

## Optimasi Komposisi Pakan Sapi Perah Menggunakan Algoritma Genetika

Durrotul Fakhrioh<sup>1</sup>, Wayan Firdaus Mahmudy<sup>2</sup>, Indriati<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>durrotulfakhrioh@gmail.com

### Abstrak

Hambatan terbesar yang dialami oleh peternak sapi perah adalah penggunaan komposisi pakan yang tidak efisien. Dalam sudut pandang ekonomi, biaya untuk pembelian pakan ternak merupakan biaya tertinggi dalam usaha peternakan, sehingga harus ditekan serendah mungkin untuk memaksimalkan pendapatan dengan tetap memperhatikan nutrisi yang dibutuhkan oleh sapi perah. Agar dapat mencapai dua hal tersebut dilakukan optimasi terhadap ransum agar dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dengan biaya yang minimal. Algoritma genetika merupakan salah satu metode yang sesuai untuk memecahkan permasalahan optimasi. Representasi yang digunakan adalah *real code* dimana setiap kromosom mewakili bobot dari bahan pakan, dan panjang kromosom tergantung dari banyaknya bahan pakan. Metode *crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate*, proses mutasi menggunakan metode *random mutation*, sedangkan *elitism* adalah metode yang digunakan dalam proses seleksi. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh parameter optimal yaitu pada populasi 100, generasi 200, serta kombinasi cr dan mr sebesar 0.3 dan 0.3. Hasil akhir yang didapatkan berupa rekomendasi komposisi ransum dengan biaya yang minimal dan kebutuhan nutrisi sapi perah tetap terpenuhi.

**Kata kunci:** algoritma genetika, ransum, sapi perah

### Abstract

*The biggest obstacle faced by dairy farmers is the use of inefficient feed composition. In the viewpoint of Economics, costs for purchasing animal feed is the highest costs in the livestock business, so it should be pressed as low as possible to maximize revenues while paying attention to nutrition needed by the dairy cows. In order to achieve these two things are done estimate of the feed in order to meet the nutritional needs at minimal cost. The genetic algorithm is one of the appropriate methods to solve the problems of optimization. Representation that is used is the real code where each chromosomes represent weights of feed ingredients, and length of the chromosomes depending on number of feed materials. Crossover method used is extended intermediate, mutation process using method random mutation, whereas elitism is the method used in the selection process. Based on the results of testing that has been done, the optimal parameters are obtained in a population of 100, 200 generation, as well as combinations of cr and mr 0.3 and 0.3. The final results obtained in the form of recommendations for the composition of the feed with minimal cost and nutritional needs of dairy cows remain fulfilled.*

**Keywords:** genetic algorithm, feed, dairy cows

### 1. PENDAHULUAN

Perhitungan data yang diperoleh dari Ditjen Peternakan memperlihatkan bahwa konsumsi susu masyarakat Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, tetapi banyak faktor yang menjadi hambatan, sebesar 65% disebabkan karena penggunaan komposisi pakan yang belum sesuai (Mansyur,

2008). Besarnya prosentase penggunaan pakan yang tidak efisien menunjukkan bahwa pakan ternak (ransum) menempati posisi penting dalam usaha peternakan. Dalam sudut pandang ekonomi, biaya untuk pembelian pakan ternak merupakan biaya tertinggi dalam usaha peternakan, sehingga biaya tersebut harus ditekan serendah mungkin untuk memaksimalkan pendapatan (Nugraha, 2011).

Permasalahan penyusunan komposisi

bahan pakan dapat diselesaikan dengan metode optimasi. Dalam penelitian ini, permasalahan optimasi bahan pakan sapi perah dapat diselesaikan dengan algoritma genetika, hal itu dikarenakan algoritma genetika memiliki kelebihan dalam menghasilkan *output* yang optimal dengan tetap memperhatikan faktor nutrisi dan biaya. Penggunaan konsep evolusi biologi akan menghasilkan suatu *output* berupa komposisi bahan pakan yang sebaiknya dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi (Aribowo, 2008).

Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat membantu peternak sapi perah dalam menentukan komposisi bahan pakan yang memenuhi kebutuhan gizi dengan biaya yang murah. Jadi ketidakefisienan pemberian pakan dapat ditekan sehingga dapat memaksimalkan keuntungan dengan tetap memperhatikan pemenuhan kebutuhan gizi sapi perah.

## 2. SAPI PERAH

Sapi perah adalah sapi yang khusus dipelihara untuk diambil susunya. Sapi perah di Indonesia berasal dari sapi impor dan hasil dari persilangan sapi impor dengan sapi lokal. Pada 1955, di Indonesia terdapat sekitar 200.000 ekor sapi perah dan hampir seluruhnya merupakan sapi FH (Fries Holland) dan keturunannya

### 2.1 Bahan Pakan Sapi Perah

Bahan makanan sapi perah terdiri atas 2 golongan yaitu (AAK, 1974):

#### 1. Makanan kasar

Makanan kasar ialah bahan makanan yang mempunyai kadar serat kasar yang tinggi. Bahan ini umumnya terdiri dari makanan hijauan yang berupa rumput atau leguminose dalam bentuk yang masih segar ataupun yang telah diawetkan seperti silage atau hay.

#### 2. Makanan penguat (konsentrat)

Adalah bahan makanan yang kadar serat kasarnya rendah dan mudah dicerna. Makanan penguat ini bagi sapi perah hanyalah merupakan makanan tambahan, yang berfungsi untuk memenuhi kekurangan zat-zat makanan yang terdapat dalam makanan kasar.

### 2.2 Kebutuhan Nutrisi Pakan Sapi Perah

Zat-zat yang diperlukan di dalam penyusunan ransum sapi perah didasarkan atas (AAK, 1974):

#### a. Protein dapat dicerna (Prdd)

Adalah hasil pencernaan protein kasar yang terdapat dalam suatu bahan makanan yang dapat diabsorpsi oleh dinding usus.

#### b. Martabat Pati (MP)

Martabat Pati (MP) adalah angka yang menunjukkan jumlah pati murni yang sama dayanya dengan 100 kg bahan makanan untuk membentuk lemak yang sama banyaknya di dalam tubuh. Misalnya, apabila dikatakan nilai MP suatu bahan makanan 75, berarti 100 kg bahan makanan tersebut mempunyai daya cerna yang sama dengan 75 kg pati murni untuk membentuk lemak badan.

Setiap ekor sapi, kebutuhan zat-zat tersebut sangat bervariasi. Hal ini sangat tergantung dari beberapa faktor antara lain (AAK, 1974):

- Berat badan
- Produksi susu
- Kadar lemak air susu

## 2.3 Ransum

Ransum merupakan satu atau beberapa jenis bahan pakan yang diberikan untuk seekor ternak selama sehari semalam. Ransum harus dapat memenuhi zat-zat makanan yang dibutuhkan seekor ternak untuk berbagai fungsi tubuhnya, seperti pokok hidup, produksi, maupun reproduksi (Siregar, 1996).

## 3. ALGORITMA GENETIKA

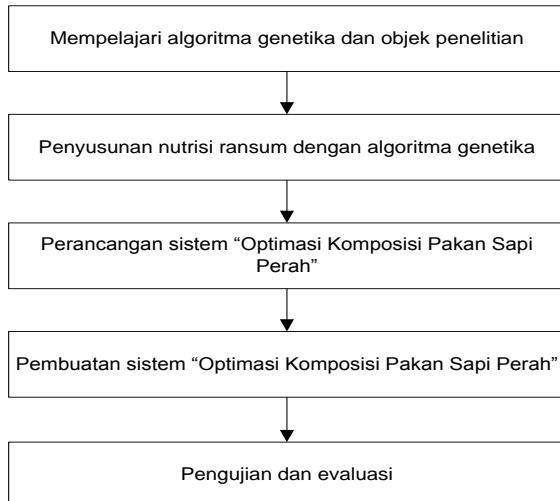
Algoritma genetika (*Genetic Algorithms*, GAs) merupakan tipe *Evolution Algorithm* (EA) yang paling popular. Konsep dalam algoritma genetika diilhami oleh ilmu alam, dimana individu yang terbaik dalam suatu generasi yang mampu bertahan ke generasi selanjutnya sehingga individu tersebut akan menjadi solusi optimal dari sebuah masalah (Mahmudy, 2015).

Algoritma genetika telah terbukti berhasil untuk menyelesaikan permasalahan rumit, misalnya untuk penjadwalan kapal (Wijayaningrum dan Mahmudy 2016), penentuan komposisi pakan (Caesar, Hanum, dan Cholissodin, 2016), dan penentuan rute perjalanan (Suprayogi dan Mahmudy, 2014),

## 4. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan aplikasi optimasi komposisi pakan sapi perah menggunakan algoritma genetika ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 3.2 Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Daftar kebutuhan pokok hidup sapi perah, daftar kebutuhan tiap liter produksi susu sapi perah, serta daftar kandungan bahan kering, Prdd dan MP dari berbagai bahan makanan yang diperoleh dari Aksi Agraris Kanisius (1995) *Petunjuk Praktis Beternak Sapi Perah*, Yogyakarta.
2. Daftar harga bahan makanan didapatkan berdasarkan survei di Kota Malang pada tahun 2014.

### 3.3. Alur Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritma Genetika

Apabila terdapat sapi perah dengan berat badan 500 kg dan produksi susu adalah 15 liter dengan kandungan lemak dalam susu adalah 4% per liter, maka dapat diketahui nutrisi yang dibutuhkan, yaitu Prdd = 1,036 kg dan Mp = 7,5 kg. Jika bahan pakan yang tersedia adalah hijauan jagung, rumput gunung, dan singkong, maka penyelesaian menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

#### a. Representasi *chromosome* dan perhitungan fitness

Kromosom dibangkitkan dari angka random antara 1-10, setiap kromosom mewakili bobot dari bahan pakan, dan panjang kromosom tergantung dari banyaknya bahan pakan.. Nilai *fitness* menggunakan rumus:

$$Fitness = \frac{1}{harga + (penalty * C)}$$

Sehingga diperoleh representasi kromosom seperti berikut

Chromosome				Fitness
1	2	3	4	
Alang-alang	Kacang panjang	Ampas tahu	Bungkil kelapa	
3	9	1	2	0,1455

#### b. Perhitungan Crossover

Metode *crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate* yang menghasilkan *offspring* dari kombinasi nilai dua induk. Banyaknya *offspring* yang dihasilkan dalam proses *crossover* adalah  $cr \times popSize$ . Misal P1 dan P2 adalah parent acak yang memiliki dua kromosom, maka perhitungan proses *crossover* menggunakan rumus:

$$C1 = P1 + \alpha (P2 - P1)$$

$$C2 = P2 + \alpha (P1 - P2)$$

Nilai  $\alpha$  dibangkitkan secara acak pada interval 0-1.

Misal  $\alpha = 0.110$  dan  $1.233$  maka:

$$C1 : x_1 = 5,811 + 0.110 (9.437 - 5.811) = 6.211 \\ x_2 = 5.077 + 1.223 (6.691 - 5.007) = 7.069$$

$$C2 : x_1 = 9.437 + 0.110 (5.811 - 9.437) = 9.037 \\ x_2 = 6.691 + 1.223 (5.007 - 6.691) = 4.7008$$

#### c. Perhitungan mutasi

Metode mutasi yang digunakan adalah *random mutation*. Banyaknya *offspring* yang dihasilkan pada proses mutasi adalah  $mr \times popSize$ . Proses mutasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$x'_i = x_i + r (\max_i - \min_j)$$

nilai  $r$  dibangkitkan secara acak pada interval (-0,1, 0,1)

Misal P2 terpilih sebagai induk, dengan panjang kromosom adalah dua, dan gen yang terpilih nomor 2 ( $x_2$ ) dan  $r = -0.058$  maka akan dihasilkan *offspring* sebagai berikut:

$$C3 : x_1 = 8.491 \text{ (tetap)}$$

$$x_2 = 2.5754 - 0.058 (7.3 - 0) = 2.149$$

#### d Evaluasi dan seleksi

Setelah melakukan proses *crossover* dan mutasi, selanjutnya dilakukan proses evaluasi. Proses evaluasi dilakukan dengan menghimpun seluruh individu yakni parent dan *offspring* yang kemudian menghitung nilai *fitness* masing-masing. Semakin besar nilai *fitness* suatu individu maka semakin besar peluang untuk lolos dan menjadi solusi penyelesaian masalah.

## 5. PENGUJIAN DAN ANALISIS

### 5.1. Pengujian dan Analisis Ukuran Populasi

Ukuran populasi yang akan diuji dimulai dari populasi ke-20 dan kelipatan 40, nilai *crossover rate* (cr) adalah 0.5 dan *mutation rate* (mr) adalah 0.1 dengan generasi sebanyak 250. 1 pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan hasil yang mewakili solusi dari algoritma genetika. Setiap kali dilakukan proses pengujian akan diperoleh nilai *fitness* terbaik, sehingga dalam 10 kali pengujian akan dihitung rata-rata nilai *fitness* untuk mengetahui ukuran populasi mana yang menghasilkan nilai *fitness* rata-rata terbaik

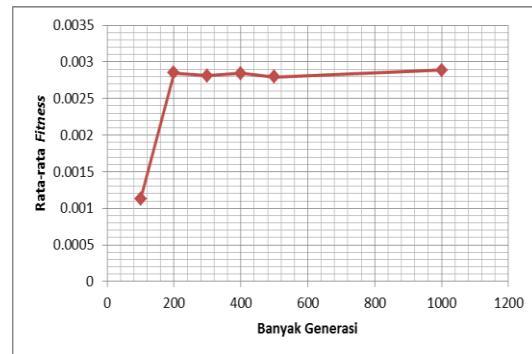


Gambar 2. Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Gambar 2 menunjukkan perubahan nilai *fitness* yang signifikan yang terjadi pada ukuran populasi ke 60, pada populasi ke 100 nilai *fitness* mulai mengalami konvergensi, hal itu dikarenakan nilai *fitness* pada populasi selanjutnya yakni 140, 180, dan 220 tidak terjadi perubahan yang terlalu signifikan, sehingga pada kasus ini ukuran populasi yang optimal adalah populasi 100. Percobaan dilakukan hingga populasi 220 dikarenakan tidak ditemukan nilai *fitness* rata-rata terbaik.

### 5.2. Pengujian dan Analisis Uji Coba Banyaknya Generasi

Ukuran generasi yang akan diuji adalah kelipatan 100, ukuran populasi yang digunakan adalah populasi terbaik yang diperoleh pada uji coba populasi, yakni 100. Sedangkan nilai *crossover rate* (cr) adalah 0.5 dan *mutation rate* (mr) yang digunakan adalah 0.1. pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan melakukan perhitungan rata-rata *fitness* dari setiap *fitness* terbaik pada percobaan di masing-masing generasi.

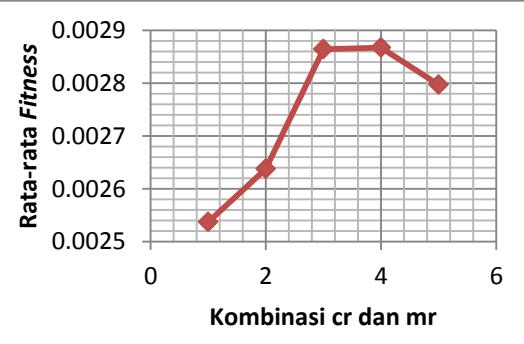


Gambar 3. Hasil Pengujian Banyaknya Generasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai *fitness* terendah diperoleh pada generasi 100, pada generasi ke 200 dimana nilai *fitness* yang diperoleh jauh lebih baik hingga pada generasi selanjutnya terjadi konvergensi dikarenakan nilai *fitness* yang dihasilkan cenderung sama dan tidak lagi ditemukan nilai *fitness* yang memiliki perbedaan signifikan hingga generasi 1000. Sehingga pada kasus ini ukuran generasi yang optimal adalah 200.

### 5.3. Pengujian dan Analisis Hasil Uji Coba Kombinasi Cr dan Mr

Ukuran populasi yang digunakan adalah populasi terbaik yang diperoleh pada uji coba populasi, yakni 100. Sedangkan ukuran generasi yang digunakan adalah generasi terbaik yang diperoleh dari uji coba generasi, yakni 200. uji coba dilakukan sebanyak 10 kali dengan melakukan perhitungan rata-rata *fitness* seperti yang dilakukan pada pengujian populasi dan generasi. kombinasi nilai cr dan mr yang digunakan adalah 0.5 dan 0.1. nilai tersebut diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya yang meneliti tentang permasalahan yang serupa dengan skripsi ini, yakni optimasi pakan ayam petelur menggunakan algoritma genetika.



Gambar 4. Hasil Pengujian cr dan mr

Gambar 4 menunjukkan bahwa kombinasi

cr dan mr berpengaruh terhadap hasil rekomendasi pada algoritma genetika. Sehingga diperoleh rata-rata nilai *fitness* terbaik pada kombinasi cr dan mr 0.3 dan 0.3. Apabila nilai cr lebih tinggi dari pada nilai mr maka algoritma genetika tidak mampu memperlebar area pencarian, namun apabila nilai cr lebih rendah dari pada mr maka algoritma genetika akan bekerja seperti *random search* yang tidak mampu mengeksplorasi daerah pencarian secara efektif (Mahmudy, Marian & Luong, 2013).

Berdasarkan ketiga uji coba yang telah dilakukan terhadap setiap parameter algoritma genetika, maka diperoleh titik optimal untuk memperoleh nilai *fitness* terbaik, dimana nilai tersebut akan menghasilkan rekomendasi komposisi pakan dengan tetap memperhatikan kebutuhan nutrisi sapi perah dengan biaya yang minimal. Percobaan selanjutnya adalah memasukkan ketiga parameter optimal yang telah diperoleh dari ketiga uji coba di atas, yakni dengan 100 populasi, 200 generasi, dan kombinasi cr dan mr adalah 0.3 dan 0.3, maka akan diperoleh nilai *fitness* 0.00263704 dengan komposisi 0.5 kg alang-alang, 0 kg kacang panjang, 0 kg ampas tahu, dan 0.158 bungkil kelapa dengan harga Rp. 1550.

## 6. PENUTUP

Representasi kromosom *real code* mampu menyelesaikan permasalahan optimasi komposisi pakan sapi perah. Algoritma genetika dalam permasalahan ini mampu menekan biaya dan memaksimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi.

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa parameter algoritma genetika berpengaruh terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan sehingga berdampak pada hasil rekomendasi komposisi pakan.

Ukuran populasi dan generasi yang semakin kecil menyebabkan semakin kecil pula area pencarian algoritma genetika, namun apabila ukuran populasi dan generasi diperbesar maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan komputasi.

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, ukuran populasi yang optimal adalah 100 dengan nilai *fitness* rata-rata 0.00275936981236693. Pada uji coba ukuran generasi diperoleh generasi optimal adalah 200 dengan nilai *fitness* rata-rata 0.00284983931625224, sedangkan pada uji coba kombinasi nilai cr dan mr diperoleh

kombinasi yang optimal yakni 0.3 dan 0.3 dengan nilai *fitness* rata-rata adalah 0.00286423900053385.

Untuk mengukur tingkat kualitas solusi dari permasalahan optimasi pakan sapi perah adalah dengan menggunakan perhitungan nilai *fitness* yang diperoleh dari nilai penalti nutrisi dan harga yang digunakan.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Aksi Agraris Kanisius (AAK). 1974. *Beternak Sapi Perah*. Kasinus : Yogyakarta.
- Aksi Agraris Kanisius (AAK). 1995. *Petunjuk Praktis Beternak Sapi Perah*. Kasinus : Yogyakarta.
- Caesar, C. A., Hanum, L., dan Cholissodin, I. 2016. Perbandingan Metode ANN-PSO dan ANN-GA Dalam Pemodelan Komposisi Pakan Kambing Peranakan Etawa (PE) Untuk Optimasi Kandungan Gizi. *Jurnal. Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 3, pp. 216-225.
- Aribowo, A., Lukas, S. dan Gunawan, M. 2008. *Penerapan Algoritma Genetika pada Penentuan Komposisi Pakan Ayam Petelur*. Universitas Pelita Harapan: Yogyakarta.
- Mahmudy, W. F. 2015. *Dasar-Dasar Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.
- Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS 2013, Modeling and optimization of part type selection and loading problems in flexible manufacturing system using real coded genetic algorithms. *International Journal of Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 251-260.
- Mansyur, Sumaryana, A., Hidayat, U. T., Dhalika, T. dan Hernaman, I. 2008. *Kemandirian Pakan Dalam Pengembangan Sapi Perah (Kasus KSU Tandangsari-Sumedang)*. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran: Yogyakarta.
- Nugraha, R. A. 2011. *Optimalisasi Formulasi Pakan Ternak Terhadap Ayam Pedaging Dengan Menggunakan Metode Linear Programming*. Fakultas Teknologi

- Indusri Universitas Gunadarma: Jakarta.
- Suprayogi, D. A. & Mahmudy, W. F. 2015, Penerapan algoritma genetika traveling salesman problem with time window: Studi kasus rute antar jemput laundry. *Jurnal Buana Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 121-130.
- Siregar, S. 1996. *Sapi Perah Jenis, Teknik Pemeliharaan, dan Analisa Usaha*. PT Penebar Swadaya: Jakarta.
- Wijayaningrum, V. N. & Mahmudy, W. F. 2016, Optimization of Ship's Route Scheduling Using Genetic Algorithm. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 2, no. 1, pp. 180-186.