

Optimasi Komposisi Pakan Kuda Dewasa Menggunakan Algoritme Genetika

Rheza Raditya Andrianto¹, Lailil Muflikhah², Bayu Rahayudi³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹rhezara.rr@gmail.com, ²lailil@ub.ac.id, ³ubay1@ub.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang memiliki keberagaman populasi ternak diantaranya sapi, kambing, domba, dan kuda. Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin modern membuat populasi kuda sendiri mengalami penurunan karena pudarnya peranan kuda dalam berbagai hal serta pemberian pakan yang tidak sesuai dengan standar nutrisi. Pada penelitian ini mengimplementasikan algoritme genetika untuk mendapatkan komposisi pakan dengan biaya yang terjangkau namun standar nutrisi yang diperlukan tetap terpenuhi sehingga mampu menjaga kesehatan dan kestabilan kuda guna kelancaran berkembang biak. Representasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu *real code* dimana setiap kromosom menginisialisasi bahan pakan yang digunakan. Pada penelitian ini menerapkan metode reproduksi *extended intermediate crossover*, *reciprocal exchange mutation*, serta menggunakan metode *elitism selection* untuk proses seleksi. Setelah dilakukan beberapa pengujian, diperoleh parameter terbaik yaitu pada nilai populasi 70, nilai generasi 250 dan juga nilai kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* diperoleh yang optimal sebesar 0,5 dan 0,5 dengan rata-rata nilai *fitness* terbaik diperoleh sebesar 0,18887407184772886. Solusi akhir yang diperoleh merupakan komposisi pakan disertai harga yang minimal berdasarkan kebutuhan nutrisi yang diperlukan kuda dewasa.

Kata kunci: Algoritme genetika, kuda, komposisi pakan

Abstract

Indonesia is one of a country in the world that has a diversity of livestock population such as cows, goats, sheep, and horses. Over time followed by the modern era, the horse population decreased because of the role of horses in various ways and non-fulfillment of nutrition by the horses feed. In this study tries to implement genetic algorithm to get the composition of feed at a minimal cost but the required nutritional standards remain met so as to maintain the health and stability of the horse breed. The representation used in this study is a real code in which each chromosome initializes the feed ingredients used. The reproduction method used in this study is extended intermediate crossover combined with reciprocal exchange mutation method, and for the last step elitism selection used as a method for selection. Based on the testing results of this study, the optimal parameters obtained is at 70 population, 250 generation and value combination of crossover rate and mutation rate as 0,5 and 0,5 with the highest fitness 0,18887407184772886. The result obtained in the form of feed composition with a minimum cost based on the nutritional needs of adult horses.

Keywords: Genetic algorithm, horse, feed composition

1. PENDAHULUAN

Kuda adalah hewan berkaki empat yang memiliki sifat nomadik atau dapat dikatakan memiliki semangat tinggi. Dalam keadaan hidup di alam liar, efisiensi reproduksi pada kuda dapat mencapai 90%. Dalam kondisi domestik sebagai hewan ternak bercampur tangan manusia, tingkat efisiensi reproduksi itu sangat menurun

oleh kurangnya kesempatan latihan fisik, banyaknya gangguan dan penyakit, serta kebutuhan pakan yang kurang tercukupi menyebabkan rendahnya tingkat konsepsi atau kebuntingan serta rendahnya kelahiran (Rahmawati, 2011). Pakan merupakan salah satu faktor penting dalam dunia ternak. Setiap hewan ternak akan membutuhkan nutrisi pakan yang sesuai dengan standar kebutuhan nutrisi dari ternak tersebut. Kekurangan nutrisi pakan yang

terjadi dalam waktu lama akan menyebabkan gangguan reproduksi yang parah disertai dengan pertumbuhan yang lambat pada ternak. Pemberian pakan ternak tanpa memperhatikan kualitas dan kuantitas akan mengakibatkan pertumbuhan maupun produktifitas dari ternak tersebut tidak maksimal (Marginingtyas, 2015). Untuk itu mengoptimalkan pemberian pakan kuda dewasa merupakan cara untuk membantu peternak dalam menekan biaya pemenuhan kebutuhan pakan dan kecukupan nutrisi yang dibutuhkan. Algoritme genetika merupakan salah satu algoritme evolusi yang paling populer karena kemampuannya untuk menyelesaikan berbagai masalah yang kompleks (Mahmudy, 2013).

Menyelesaikan masalah optimasi komposisi bahan pakan sudah pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian oleh Fakhriroh (2015) mengimplementasikan algoritme genetika dalam mengoptimasikan komposisi bahan pakan pada sapi perah yang dengan parameter digunakan yaitu bobot badan sapi, jumlah produksi susu sapi, serta kadar lemak air pada susu yang dihasilkan. Dari hasil penelitian didapatkan hasil optimal yang dicapai dari ukuran populasi berada di populasi ke 100 dengan hasil akhir rata-rata nilai kebugaran terbaik yang diperoleh yaitu 0,00275936981236693. Untuk jumlah generasi yang optimal terletak pada generasi ke 200 dengan rata-rata *fitness* 0,00284983931625224. Sedangkan dalam uji coba kombinasi diperoleh kombinasi angka *crossover rate* dan angka *mutation rate* terbaik yang didapatkan yaitu sebesar 0,3 dan 0,3. Kromosom terbaik yang diperoleh sudah bisa menekan biaya dan memaksimalkan kebutuhan nutrisi.

2. KUDA

Kuda (*Equus caballus*) telah dikenal banyak orang sebagai hewan yang memiliki banyak fungsi seperti sebagai hewan peliharaan, olahraga ataupun sebagai sarana transportasi (Maswarni, 2014).

3. PAKAN KUDA

Berdasarkan spesiesnya, kuda merupakan hewan mamalia namun kebutuhan gizi yang diperlukan kuda tidaklah sama dengan kebutuhan hewan ternak mamalia lainnya seperti sapi atau kambing. Meskipun tergolong hewan herbivora namun kuda tidak termasuk ruminansia (memiliki 4 lambung) dan tidak

dapat memamah makanan yang telah dicerna atau regurgitasi dan menyebabkan kuda kurang efisien dalam memanfaatkan pakan berserat (Rahmawati, 2011). Sehingga peternak perlu menyediakan pakan berupa konsentrat. Untuk menentukan jumlah komposisi pakan yang seimbang antara serat dan konsentrat, peneliti menggunakan persamaan jumlah ideal pakan kuda perhari berdasarkan persentase bobot kuda (Hammer, 1993). Persamaan jumlah ideal pakan kuda ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$P = 2\% \times B(kg) \quad (1)$$

Jumlah pakan ideal tersebut harus disesuaikan dengan kebutuhan ideal serat dan konsentrat dari kuda yang ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$\begin{aligned} S_{Min} &= 1\% \times B(kg) \\ K_{Min} &= 0,5\% \times B(kg) \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

P: Jumlah pakan maksimum kuda perhari

B(kg): Bobot kuda dalam satuan kilogram

SMin: Jumlah serat minimum

KMin: Jumlah konsentrat minimum

3.1 Serat

Serat merupakan bagian penting dalam pakan kuda karena mempengaruhi kesehatan pencernaan pada kuda. Kuda yang tidak menerima asupan serat yang memadai tidak hanya meningkatkan risiko gangguan pencernaan, tetapi juga akan mengakibatkan masalah perilaku.

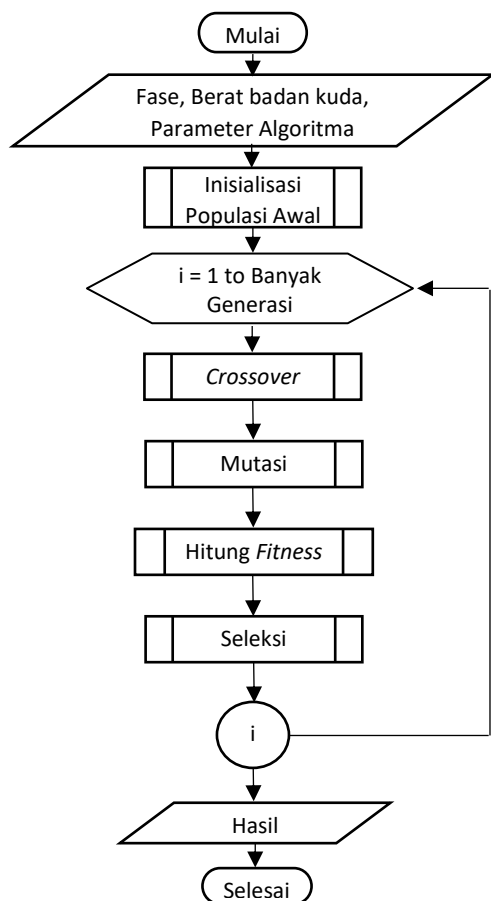
3.2 Konsentrat

Konsentrat merupakan pakan yang dipadukan bersama bahan pakan lain untuk meningkatkan nilai nutrien yang rendah agar memenuhi kebutuhan normal hewan untuk tumbuh dan berkembang secara sehat (Akoso, 1996).

4. ALGORITME GENETIKA

Metode algoritme genetika yang digunakan pada penelitian ini merupakan salah satu bagian dari *evolution algorithm* yang begitu populer diantara metode algoritme genetika yang lainnya. Tahap awal dari proses algoritme genetika dimulai dengan inisialisasi yang merupakan proses membentuk individu secara acak untuk membentuk suatu populasi

kromosom dengan nilai gen-gen pada interval 1 hingga 10 dengan bilangan *real*. Kromosom yang diperoleh secara acak menjadi wakil solusi terhadap permasalahan yang akan dipecahkan pada optimasi komposisi pakan kuda dewasa. Tahap reproduksi selanjutnya dilakukan untuk memperoleh keturunan (*offspring*) individu atau kromosom baru dari kromosom tersedia pada populasi yang telah dibangkitkan acak secara sebelumnya. Tahap evaluasi selanjutnya dilakukan supaya memperoleh nilai *fitness* (kebugaran) dari setiap kromosom induk serta kromosom hasil reproduksi. Nilai *fitness* yang baik pada suatu kromosom ditandai dengan semakin besarnya nilai yang didapatkan. Tahap akhir proses seleksi dilakukan agar menyeleksi populasi sebelumnya untuk diambil individu terbaik yang mampu bertahan hidup untuk masuk ke generasi berikutnya (Mahmudy, 2013). Berikut langkah-langkah atau struktur umum Algoritme Genetika pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Algoritme Genetika

4.1 Formulasi Permasalahan

Apabila diketahui bobot badan kuda pada fase pemeliharaan yaitu 500 kg, maka kebutuhan pakan maksimum yaitu 10 kg dengan nutrisi

yang harus terpenuhi berupa *Digestible Energy* = 16.7 Mcal, Protein = 630 gr, Kalsium = 20 gr, Fosfor = 14 gr. Jika pakan yang dipilih berdasarkan stok yang tersedia merupakan serat berupa jerami padi segar, jerami padi kering, dedak gandum, jagung kuning, galek, dan onggok, maka penyelesaian menggunakan algoritme genetika dengan parameter *popSize* = 7, *crossover rate* = 0,2, *mutation rate* = 0,1 adalah sebagai berikut.

4.2 Siklus Penyelesaian Masalah dengan Algoritme Genetika

Pada tahap awal penyelesaian masalah menggunakan metode algoritme genetika yaitu dengan membentuk suatu populasi awal yang dilakukan secara acak dengan representasi *real code*. Kromosom pada populasi memiliki panjang sejumlah 6 gen. Tiap kromosom merupakan pemetaan dari jenis pakan. Berikut adalah contoh hasil pembangkitan populasi awal yang dibentuk secara acak (*random*) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembangkitan Populasi Awal

P1	5,0	9,0	6,0	5,0	2,0	3,0
P2	8,0	6,0	5,0	5,0	4,0	9,0
P3	9,0	10,0	2,0	4,0	5,0	3,0
P4	9,0	2,0	6,0	7,0	6,0	8,0
P5	4,0	5,0	6,0	8,0	7,0	5,0
P6	3,0	1,0	8,0	2,0	9,0	1,0
P7	4,0	2,0	6,0	2,0	10,0	1,0

4.3 Reproduksi

Tahapan proses reproduksi pada algoritme dilakukan bertujuan untuk menciptakan kromosom atau individu baru yang didapatkan berdasarkan identitas kromosom atau individu yang dipilih sebagai induk yang ada pada populasi (Mahmudy, 2013). Dengan metode reproduksi utama yaitu *crossover* secara acak memilih dua induk dari populasi untuk menghasilkan *offspring* yang dihasilkan sebanyak *crossover rate* x *popSize*. *Extended intermediate crossover* diterapkan sebagai metode *crossover* yang digunakan pada penelitian ini. Proses dan hasil *crossover* dengan

nilai α yang dibangkitkan diperlihatkan pada Gambar 2.

Parent Crossover Terpilih						
P1	5,0	9,0	6,0	5,0	2,0	3,0
P2	8,0	6,0	5,0	5,0	4,0	9,0
Membangkitkan Nilai α						
α	0,25	0,25	0,5	0,4	-0,2	-0,1
Hasil Offspring Crossover						
C1	5,75	8,25	5,5	5,0	1,6	2,4
C2	7,25	8,75	8,5	8,0	7,6	7,7

Gambar 2. Proses Crossover

Pada reproduksi berikutnya dengan *reciprocal exchange mutation* sebagai metode yang diterapkan untuk menghasilkan individu tau kromosom baru dari individu yang dipilih secara *random*. Proses perhitungan dan hasil mutasi dengan metode *reciprocal exchange mutation* dapat diperlihatkan pada Gambar 3.

P3	9,0	10,0	2,0	4,0	5,0	3,0
Setelah pertukaran gen →						
C3	9,0	4,0	2,0	10,0	5,0	3,0

Gambar 3. Proses Reciprocal Exchange Mutation

4.4 Evaluasi

Proses evaluasi dilakukan setelah proses reproduksi bertujuan untuk menghitung nilai *fitness* dari setiap kromosom. Nilai *fitness* didapatkan menggunakan Persamaan (3).

$$fitness = \frac{10000}{\text{Harga} + (\text{penalty} \times C)} \quad (3)$$

Keterangan:

Harga: total harga

Penalty: total penalty

C: konstanta yang digunakan untuk menyeimbangkan penalty dengan harga

Hasil perhitungan nilai *fitness* pada seluruh individu pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi

							<i>fitness</i>
P1	5,0	9,0	6,0	5,0	2,0	3,0	0,028
P2	8,0	6,0	5,0	5,0	4,0	9,0	0,008
P3	9,0	10,0	2,0	4,0	5,0	3,0	0,005
P4	9,0	2,0	6,0	7,0	6,0	8,0	0,012
P5	4,0	5,0	6,0	8,0	7,0	5,0	0,019
P6	3,0	1,0	8,0	2,0	9,0	1,0	0,020

P7	4,0	2,0	6,0	2,0	10,0	1,0	0,008
C1	5,0	7,8	5,6	5,0	2,4	3,0	0,025
C2	8,0	7,2	5,4	5,0	3,6	9,0	0,008
C3	9,0	3,0	2,0	4,0	5,0	10,0	0,004

4.5 Seleksi

Metode seleksi yang digunakan adalah *elitism selection* untuk menentukan individu yang akan bertahan dan digunakan dalam generasi selanjutnya. Proses seleksi dilakukan untuk mendapatkan individu baru dari hasil proses algoritme genetika untuk generasi yang baru dengan memilih individu yang memiliki nilai *fitness* terbesar sejumlah populasi (*popSize*) yang telah ditentukan atau ditetapkan diawal inialisasi. Hasil seleksi diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Seleksi *elitism*

							<i>fitness</i>
P1	5,0	9,0	6,0	5,0	2,0	3,0	0,028
C1	5,0	7,8	5,6	5,0	2,4	3,0	0,025
P6	3,0	1,0	8,0	2,0	9,0	1,0	0,020
P5	4,0	5,0	6,0	8,0	7,0	5,0	0,019
P4	9,0	2,0	6,0	7,0	6,0	8,0	0,012
C2	8,0	7,2	5,4	5,0	3,6	9,0	0,008
P2	8,0	6,0	5,0	5,0	4,0	9,0	0,008

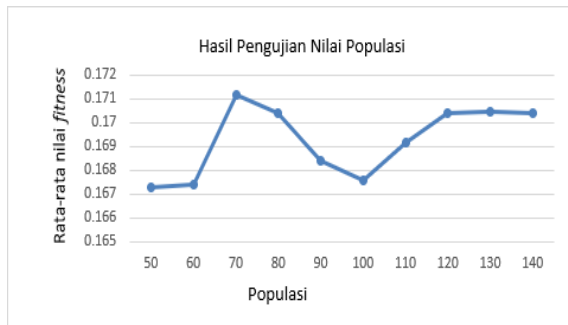
5. PENGUJIAN

5.1. Pengujian Nilai Populasi

Pengujian nilai populasi adalah pengujian yang bermaksud untuk mendapatkan nilai parameter populasi yang optimal. Ukuran populasi yang digunakan pada pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan kelipatan 10 diawali dari 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 hingga dengan ukuran populasi 140 sebanyak 10 kali perulangan percobaan. Untuk nilai generasi awal digunakan nilai generasi = 50, $cr = 0,2$ dan $mr = 0,2$. Pengujian nilai populasi ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa ukuran populasi yang kecil dapat menghalangi keragaman individu yang dibentuk dan sempitnya area eksplorasi untuk menghasilkan *offspring* dari proses reproduksi. Nilai *fitness* terbaik dari 10 kali percobaan dari ukuran populasi 50 hingga 140 adalah ukuran populasi 70 dan diperoleh nilai *fitness* 0,17119007 dan nilai *fitness* menurun pada ukuran populasi 80. Tidak ada kenaikan signifikan yang terjadi setelah ukuran populasi 110 dan bisa dikatakan konvergen sehingga ukuran populasi yang lebih besar tidak

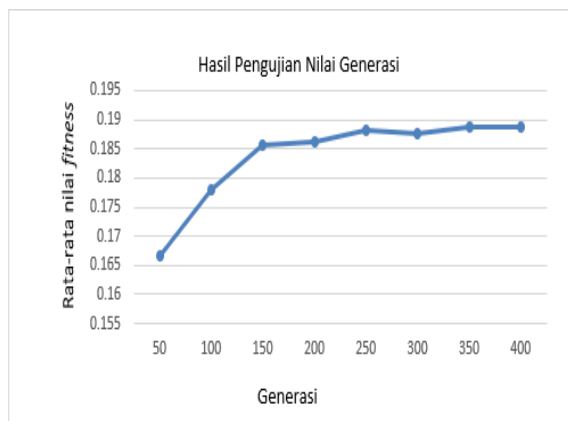
menjamin akan memberikan hasil yang lebih baik.



Gambar 2. Pengujian Populasi

5.2. Pengujian Nilai Generasi

Pengujian nilai generasi adalah pengujian yang bermaksud untuk mendapatkan nilai parameter generasi yang optimal. Nilai ukuran generasi yang digunakan pada pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah kelipatan 50 diawali dari 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 hingga 400 sebanyak 10 kali perulangan percobaan. Pada pengujian ini digunakan nilai populasi terbaik yang didapatkan pada pengujian sebelumnya yaitu = 70, $cr = 0,2$ dan $mr = 0,2$. Pengujian nilai generasi ditunjukkan pada Gambar 3.



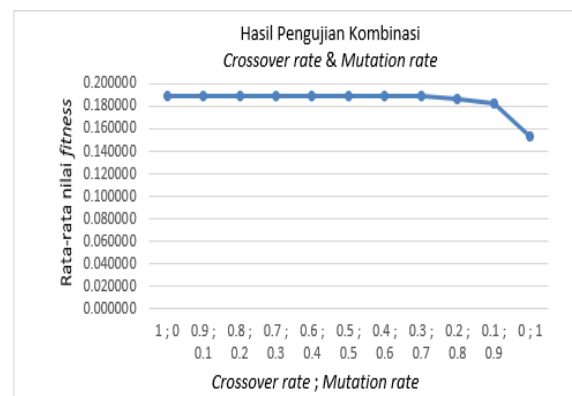
Gambar 3. Pengujian Generasi

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa nilai *fitness* terkecil didapatkan pada ukuran generasi ke 50 yang menandakan bahwa jumlah ukuran generasi 50 terlampau kecil sehingga masih tidak mencukupi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Sehingga disimpulkan bahwa nilai *fitness* terbaik dari 10 kali percobaan dari ukuran generasi 50 hingga 400 adalah ukuran generasi 250 dengan rata-rata nilai *fitness* 0,188259872, karena sulit didapakkannya nilai *fitness* yang lebih baik setelah ukuran generasi 300. Tidak ada kenaikan

signifikan yang terjadi setelah ukuran generasi tersebut dan bisa dikatakan konvergen sehingga ukuran generasi yang lebih besar tidak menjamin akan memberikan hasil yang lebih baik terhadap permasalahan yang ingin dipecahkan.

5.3. Pengujian Kombinasi Crossover Rate dan Mutation Rate

Pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* adalah pengujian yang bermaksud untuk mendapatkan angka kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* yang optimal. Terdapat 11 kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* yang digunakan dimulai dari *cr* bernilai 1 dengan *mr* bernilai 0 hingga *cr* bernilai 0 dan *mr* bernilai 1. Pada pengujian ini digunakan ukuran populasi optimal pada pengujian sebelumnya yang diperoleh yaitu ukuran populasi sebanyak 70 dan ukuran generasi sebanyak 250. Hasil pengujian kombinasi angka *crossover rate* dan *mutation rate* yang diperoleh diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian Kombinasi Crossover rate & Mutation rate

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa tidak ada perubahan yang signifikan terjadi antara nilai *cr* dan *mr* 1 & 0 dan 0,3 & 0,7. Sedangkan mengalami penurunan semakin rendahnya nilai *cr*. Hasil pengujian *crossover rate* dan *mutation rate* menunjukkan grafik dengan perubahan yang tidak begitu signifikan atau bisa disebut konvergen menandakan bahwa hasil yang diperoleh dari parameter ukuran populasi dan ukuran generasi terbaik yang diperoleh dari pengujian sebelumnya telah mampu memberikan hasil yang optimal meskipun diberikan kombinasi angka *crossover rate* dan juga *mutation rate* yang lain. Nilai *crossover rate* yang terlalu besar dan nilai *mutation rate* yang terlalu kecil dapat memberikan dampak menurunnya kemampuan

algoritme genetika untuk menginvestigasi area baru pada ruang pencarian yang berguna untuk meningkatkan keragaman populasi. Sebaliknya nilai *crossover rate* yang terlalu kecil dengan nilai *mutation rate* yang terlalu besar akan memberikan dampak bagi menurunnya kemampuan dan kesempatan algoritme genetika dalam mendapatkan keragaman dan melakukan eksploitasi pada area *optimum local* (Mahmudy, 2014). Pada pengujian yang dihasilkan pada penelitian ini diketahui yaitu dengan semakin kecilnya nilai *crossover rate* dan semakin besarnya nilai *mutation rate* menyebabkan perolehan rata-rata nilai fitness yang semakin kecil kebawah atau menurun. Sehingga eksploitasi memiliki pengaruh yang signifikan dibandingkan dengan eksplorasinya.

6. PENUTUP

Implementasi algoritme genetika pada permasalahan optimasi pakan untuk memenuhi standar nutrisi kuda dewasa dengan kromosom sepanjang 6 gen yang merupakan representasi dari 2 serat dan 4 konsentrat dengan menggunakan representasi kromosom secara real code, metode extended intermediate, reciprocal exchange mutation, serta seleksi dengan metode elitism selection. Pengujian yang dilakukan pada penelitian menghasilkan parameter algoritme yang optimal pada ukuran populasi 70 dengan nilai *fitness* rata-rata yaitu 0,17119007, jumlah generasi 250 dengan nilai *fitness* rata-rata 0,188259872. Untuk jumlah generasi yang lebih besar menunjukkan perubahan hasil yang tidak begitu signifikan namun semakin besar generasi yang digunakan maka dibutuhkan waktu untuk proses komputasi yang akan lebih lama, kombinasi angka *crossover rate* dengan *mutation rate* optimal berada pada nilai atau angka 0,5 dengan 0,5 dengan nilai *fitness* 0,188881. Pengujian yang dilakukan dengan parameter terbaik menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan hasil rekomendasi pakan dengan biaya Rp.40316, biaya yang dihasilkan lebih murah dari biaya yang digunakan peternak sekitar Rp.70000.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Akoso, B., T. 1996. *Kebugaran atau kesehatan Sapi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fakhroh, D, Mahmudy, WF dan Indriati, 2015. *Optimasi komposisi pakan sapi perah menggunakan algoritme genetika*. DORO:

Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 14.

- Hammer, D. 1993. *Care of the Stable Horse*. B. T. Batsford Ltd. London.
- Holcomb, G., H. Kiesling, and G. Lofgreen, 1984. *Digestibility of Diets and Performance by Steers Feed Varying Energy and Protein Level in Feedlot Receiving Program*. *Livestock Research Beefs and Cattle Growers Shorts Course*. New Mexico State University, Mexico.
- Mahmudy, W.F., 2013. *Modul Matakuliah Algoritme Evolusi*. PTIIK. Universitas Brawijaya..
- Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, 2014. *Hybrid genetic algorithms for part type selection and machine loading problems with alternative production plans in flexible manufacturing system*. ECTI Transactions on Computer and Information Technology (ECTI- CIT), vol. 8, no. 1, pp. 80-93.
- Marginingtyas, E, Mahmudy, WF & Indriati, 2015. *Penentuan Komposisi Pakan Ternak Untuk Memenuhi Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur Dengan Biaya Minimum Menggunakan Algoritma Genetika*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 12.
- Maswarni & Rachman Nofiar. 2014. *Manajemen Pemeliharaan & Pembiakan Kuda*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- National Research Council. 2007. *Nutrient Requirements of Horses: Sixth Revised Edition*. Washington, D.C.
- Rahmawati, Putri. 2011. *Pengaruh Pakan Terhadap Performa Reproduksi Kuda Betina di Kuda "Tombo Ati Stable" Salatiga*. Universitas Gadjah Mada.
- Saraswati, RP, Mahmudy, WF & Dewi, C. 2016. *Optimasi Komposisi Pakan Ikan Patin Jambal Menggunakan Algoritme Genetika*. PTIIK. Universitas Brawijaya.
- Suyanto, 2014. *Artificial Intelligence (Searching – Reasoning – Planning – Learning) Revisi Kedua*. Bandung: Informatika