

Optimasi Komposisi Pakan Ternak Ayam Petelur Menggunakan Algoritme Genetika

Siti Fatimah Al Uswah¹, Budi Darma Setiawan², Dian Eka Ratnawati³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email: ¹sfaluswah@gmail.com, ²s.budidarma@ub.ac.id, ³dian_ilkom@ub.ac.id

Abstrak

Peluang beternak ayam petelur dinilai cukup menjanjikan di Indonesia karena kebutuhan telur dalam negeri terus meningkat sejalan dengan peningkatan pola hidup manusia dalam meningkatkan kebutuhan akan protein hewani. Berdasarkan data dari kementerian pertanian pada tahun 2017 terdapat peningkatan konsumsi telur ayam ras selama tahun 1987-2017 sebesar 3,57% pertahun dengan rata-rata konsumsi 6,63 kg/kap/th pada tahun 2017. Namun dalam beternak ayam petelur biaya pembelian pakan ternak dapat mencapai 60%-70 % dari biaya produksi. Salah satu cara agar dapat menekan biaya pembelian pakan yaitu dengan melakukan optimasi komposisi pakan sehingga dapat diperoleh komposisi pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi dengan biaya yang minimal. Metode optimasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu algoritme genetika dengan representasi permutasi, *single-point crossover*, *reciprocal exchange mutation*, dan seleksi *elitism*. Pada penelitian ini digunakan 50 data bahan pakan ayam petelur beserta kandungan nutrisinya. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh parameter populasi dengan nilai *fitness* tertinggi pada populasi 500 dan 800 dengan rata-rata nilai *fitness* 2.573591, Generasi optimal sebanyak 100 generasi dengan rata-rata nilai *fitness* 2.479726 dan kombinasi probabilitas *crossover* 0.5 dan probabilitas mutasi 0.3 dengan rata-rata nilai *fitness* 2.58459. Hasil akhir yang didapatkan berupa komposisi pakan ternak ayam petelur yang memenuhi kebutuhan nutrisi dengan biaya yang minimal.

Kata kunci: Optimasi komposisi, ayam petelur, algoritme genetika.

Abstract

Raising laying hens are considered a promising opportunity in Indonesia because the demand for eggs in the country continues to increase in line with the increasing human lifestyle and need for animal protein. Based on data from the ministry of agriculture in 2017 there is an increase in chicken egg consumption during the year 1987-2017 of 3.57% per year with an average consumption of 6.63 kg / kap / th in 2017. On the other hand, raising laying hens is costly especially when it comes to livestock feed, which can cost farmers 60% -70% of production costs. One way to reduce the cost of purchasing feed is by optimizing the feed composition, with purpose of achieving an optimal feed composition that also meets the nutritional needs, all obtained with as minimal cost as possible. The optimization method used in this research is Genetic Algorithm with permutation representation, single-point crossover, reciprocal exchange mutation, and elitism selection. This study used 50 feed data material of laying chicken and its nutritional content. From the results of the tests, the population parameters obtained with the highest fitness value in the population of 500 and 800 with the average fitness value of 2.573591, the optimal generation of 100 generations with an average fitness value of 2.479726 and a combination of probability of crossover 0.5 and the probability of mutation 0.3 with the average fitness value 2.58459. The final result is the composition of laying chicken feed that meets the nutritional needs with minimal cost.

Keywords: Optimization of composition, laying hens, genetic algorithm.

1. PENDAHULUAN

Beternak ayam petelur dinilai cukup menjanjikan di Indonesia karena permintaan

telur dalam negeri terus meningkat. Berdasarkan data dari kementerian pertanian pada tahun 2017 terdapat peningkatan konsumsi telur ayam ras selama tahun 1987-2017 sebesar

3,57% pertahun dengan rata-rata konsumsi 6,63 kg/kap/th pada tahun 2017 (Kementerian Pertanian, 2017).

Dalam beternak ayam petelur, biaya pembelian pakan ayam dapat mencapai 60%-70% dari seluruh biaya produksi. Sering terjadi naik turun harga pakan ayam petelur membuat kondisi yang tidak stabil. Khususnya, harga pakan ayam petelur yang semakin mahal tetapi hasil produksi tidak sebanding dengan biaya produksi yang dikeluarkan untuk pembelian pakan.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka perlu adanya optimasi komposisi pakan ayam petelur sehingga bisa didapatkan kombinasi pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi ayam petelur dengan biaya yang murah. Dengan adanya optimasi komposisi pakan yang tepat maka ayam petelur akan mampu memproduksi secara maksimal dengan biaya pembelian pakan yang minimal.

Salah satu metode optimasi yang sering digunakan yaitu algoritme genetika. Algoritme genetika adalah tipe dari algoritme evolusi yang sering dipakai untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan menghasilkan solusi yang mendekati optimum sehingga cocok diterapkan untuk optimasi komposisi pakan ternak ayam petelur (Mahmudy, 2013).

Berdasarkan hal tersebut maka penulis mengambil judul "*Optimasi Komposisi Pakan Ternak Ayam Petelur Menggunakan Algoritme Genetika*" sehingga didapatkan komposisi pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi ayam petelur dengan harga yang minimal.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Ayam petelur

Menurut Dr. M. Halim Natsir, S.Pt. MP (Halim, 2009) ada 4 fase ayam petelur yaitu:

1. Fase *Starter*

Periode *starter* adalah ayam yang berusia 0 hingga 8 minggu. Pada periode starter anak ayam akan mengalami pertumbuhan yang relatif cepat. Pada masa ini pula pemberian pakan yang tepat sangat berpengaruh untuk ayam starter karena dengan pemberian pakan yang tepat akan menentukan ketika ayam petelur memasuki fase selanjutnya (Rasyaf, 2001).

2. Fase *Grower*

Fase *grower* adalah fase pada saat ayam berumur 8 hingga 22 minggu. Fase ini sangat berhubungan dengan sistem

reproduksi dan produksi ayam tersebut sehingga pada fase ini perlu adanya control pertumbuhan dan keseragaman (Rasyaf, 2001).

3. Fase *Layer 1*

Periode *layer1* adalah ayam yang berumur 22 sampai 52 minggu. Pada periode *layer1* ayam petelur dalam masa yang paling menghasilkan banyak telur.

4. Fase *Layer 2*

Periode *layer2* adalah ayam yang berumur lebih dari 52 minggu. Pada periode ini produksi telur mengalami penurunan.

2.2 Nutrisi Pakan

Agar produksi telur ayam sesuai dengan yang diharapkan, dibutuhkan kualitas pakan yang lebih baik dibandingkan dengan pakan ayam yang dipelihara untuk hobi. Nutrisi pakan yang dibutuhkan oleh ayam petelur antara lain energi, protein, lemak, mineral.

1. Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Istilah energi yang umum digunakan dalam pakan ternak ayam yaitu energi metabolisme. Energi dalam ayam petelur diperlukan agar ayam petelur mampu bekerja aktif dan bergerak bebas. Kebanyakan energi menyebabkan menumpuknya yang akan menghambat kemampuan produksi telur.

2. Protein

Protein berperan penting bagi ayam petelur untuk memperbaiki jaringan tubuhnya, menumbuhkan jaringan baru, metabolisme ke dalam zat-zat vital dalam fungsi tubuh, mengaktifkan enzim dan hormon tertentu sehingga tubuh dapat berfungsi dengan normal (Murtidjo, 2006). Kekurangan protein bagi ayam petelur dapat menurunkan tingkat pertumbuhan ayam petelur.

3. Lemak

Perlunya lemak yang cukup didalam pakan ayam petelur adalah agar ayam memiliki cadangan energi selain karbohidrat. Penggunaan lemak dalam ransum ayam petelur dimaksudkan agar ayam petelur mampu menghasilkan telur yang lebih besar dan daya produksi telur lebih tinggi.

4. Mineral

Mineral adalah nutrisi yang sangat penting untuk kehidupan unggas. Fungsi

mineral yaitu sebagai zat penyusun tulang, penyusun struktur jaringan lunak unggas dan sebagai pengatur keseimbangan tubuh. Pada ayam petelur kekurangan mineral dapat menyebabkan hilangnya fungsi berbagai enzim, mengurangi produksi telur, kulit telur tipis, daya tetas telur menurun dan menghambat pertumbuhan tulang dan bulu pada ayam petelur (Japfa, 2004).

2.3 Algoritme Genetika

Terdapat 6 komponen utama dalam algoritme genetika (PENS), yaitu:

1. Teknik Pengkodean

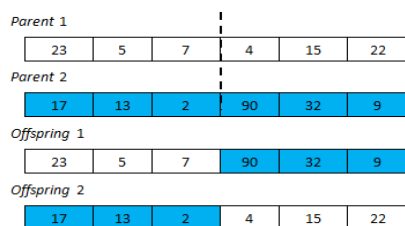
Teknik pengkodean adalah bagaimana kromosom dikodekan menjadi gen. Bentuk representasi gen antara lain bentuk bilangan real, bit, daftar aturan, elemen program, elemen permutasi, atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika. Dalam penelitian ini representasi kromosom yang digunakan yaitu representasi permutasi.

2. Populasi Awal

Populasi awal biasanya didapatkan dengan cara membangkitkan sejumlah individu secara acak atau melalui alur tertentu.

3. Kawin silang

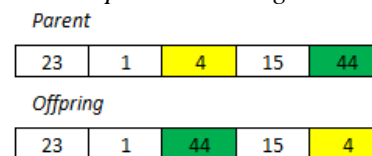
Kawin silang adalah operator dari algoritme genetika yang membutuhkan dua induk untuk membentuk suatu kromosom baru. Pada penelitian ini digunakan metode *crossover* satu titik (*single-point crossover*). Metode ini secara acak memilih 1 titik potong pada 2 kromosom parent kemudian menukar bagian kanan dari 2 parent tersebut sehingga menghasilkan keturunan baru. Contoh *single-point crossover* dengan titik potong pada titik ke 3 dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh *Single-Point Crossover*

4. Mutasi

Mutasi adalah salah satu operator pada algoritme genetika. Peran operator ini yaitu untuk menggantikan gen yang hilang karena proses seleksi (Kusumadewi, 2003). Pada penelitian ini, metode mutasi yang digunakan adalah metode *reciprocal exchange mutation*. Cara kerja *reciprocal exchange mutation* adalah dengan memilih dua posisi gen secara acak kemudian menukar nilai gen tersebut (Mahmudy, 2013). Pada Gambar 2 terdapat contoh mutasi menggunakan metode *reciprocal exchange mutation*.



Gambar 2. Contoh *Reciprocal Exchange Mutation*

5. Seleksi

Seleksi adalah memilih individu dengan nilai *fitness* terbaik sebanyak jumlah individu pada populasi awal untuk digunakan pada generasi berikutnya. Pada penelitian ini digunakan metode seleksi *elitism*. Cara kerja metode *elitism* yaitu dengan mengumpulkan semua individu ke dalam suatu populasi penampung yang terdiri dari himpunan individu parent dan himpunan individu *offspring*. Kemudian seleksi *elitism* akan memilih individu dengan nilai *fitness* terbaik sebanyak *popsiz* populasi awal. Perhitungan nilai *fitness* dapat dilihat pada Persamaan (1) sebagai berikut:

$$Fitness = \frac{1000}{(Harga + Penalti)} \quad (1)$$

3. METODOLOGI

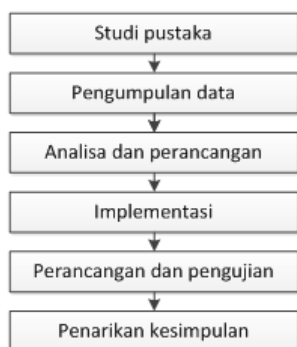
3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh dasar teori dari berbagai sumber sebagai acuan untuk mendukung penulisan skripsi, seperti pengertian algoritme genetika, optimasi pakan komposisi pakan ayam petelur, *crossover*, mutasi, seleksi dan sebagainya.

2. Pengumpulan data, bertujuan untuk memperoleh data dari pakar yang akan digunakan dalam penelitian yang dalam penelitian ini adalah data pakan ayam petelur.
3. Melakukan analisa dan perancangan sistem sesuai dengan aplikasi yang dibuat.
4. Mengimplementasi hasil analisa dan perancangan yang telah dibuat.
5. Merancang pengujian dan analisis terhadap hasil implementasi yang dibuat.

Adapun tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data pakan dan kandungan nutrisi ayam petelur sebanyak 50 data pakan beserta kandungan nutrisinya dari Dr. M. Halim Natsir, S.Pt. MP. Dosen peternakan bagian nutrisi dan makanan ternak.
2. Data kebutuhan nutrisi ayam petelur dari Dr. M. Halim Natsir, S.Pt. MP. Dosen peternakan bagian nutrisi dan makanan ternak.
3. Daftar harga bahan makanan diperoleh berdasarkan survei di Kota Malang pada tahun 2015.

3.3 Perancangan Sistem

Langkah-langkah optimasi komposisi pakan ayam petelur menggunakan algoritme genetika adalah sebagai berikut:

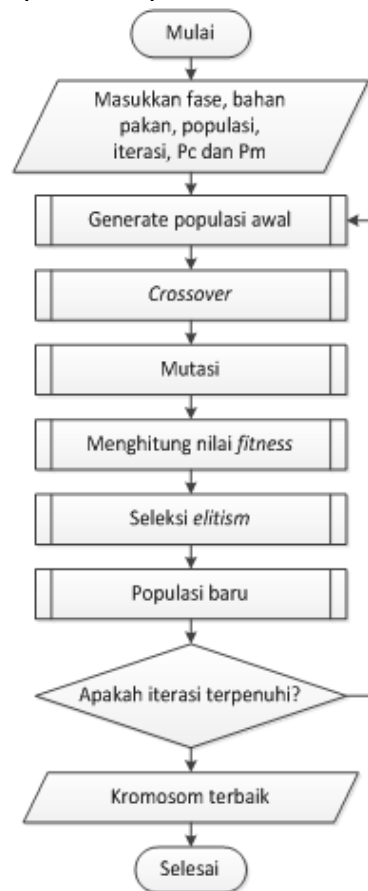
1. Inisialisasi parameter awal, yaitu:
 - a. Parameter optimasi komposisi pakan adalah memasukkan fase ayam dan bahan pakan yang digunakan.
 - b. Parameter algoritme genetika yaitu ukuran populasi, banyak generasi, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi.
2. *Generate* populasi awal sebanyak ukuran

populasi yang telah ditentukan.

3. Membuat populasi baru dengan langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan proses *crossover* pada induk yang terpilih secara acak berdasarkan pc yang telah ditentukan.
- b. Melakukan proses mutasi pada induk yang terpilih secara acak berdasarkan pm yang telah ditentukan.
- c. Menghitung nilai fitness untuk masing masing kromosom pada nilai *offspring*.
- d. Menggabungkan populasi awal dengan himpunan *offspring* untuk diseleksi menjadi populasi baru untuk generasi selanjutnya.
- e. Seleksi menggunakan metode *elitism* untuk menentukan individu yang lolos untuk generasi selanjutnya.

4. Kondisi perulangan akan berhenti apabila telah terjadi perulangan sebanyak jumlah generasi yang telah dimasukkan oleh pengguna. *Flowchart* proses perhitungan algoritme genetika dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Optimasi Pakan Dengan Algoritme Genetika

4. IMPLEMENTASI

Optimasi komposisi pakan ayam petelur

menggunakan algoritme genetika diimplementasi menggunakan bahasa pemrograman Java. Halaman utama terdiri dari beberapa tab diantaranya sebagai berikut.

4.1 Halaman masukan

Pada halaman awal terdapat beberapa menu masukan yang harus diisi oleh pengguna. Menu masukan terdiri dari fase ayam, jumlah ayam, populasi, cr, mr, dan iterasi. Selain itu terdapat panel masukan jenis bahan pakan yang ingin dijadikan komposisi pakan oleh pengguna dalam bentuk *checkbox*. Tampilan halaman awal dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Tampilan Halaman Awal

4.2 Halaman populasi awal

Setelah pengguna mengisi beberapa masukan pada halaman awal maka pada tab inisialisasi akan muncul populasi awal yang dibangkitkan secara *random* dengan jumlah individu sebanyak *popsiz* dan kromosom sebanyak bahan pakan yang dipilih pengguna. Tampilan menu inisialisasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Halaman Inisialisasi

4.3 Halaman *crossover* dan mutasi

Halaman *crossover* dan mutasi adalah halaman yang menampilkan proses *crossover* dan mutasi. Pada halaman ini terdapat dua tampilan tabel. Tabel pertama menampilkan proses *crossover* dan tabel kedua menampilkan

proses mutasi. Halaman *crossover* dan mutasi dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Halaman *Crossover* dan Mutasi

4.4 Halaman evaluasi

Halaman evaluasi merupakan halaman yang menampilkan populasi sebanyak *popsiz* ditambah dengan individu baru dari hasil proses *crossover* dan mutasi dan dilakukan proses perhitungan *fitness*. Pada halaman evaluasi juga terdapat pilihan iterasi dimana nanti akan ditampilkan proses evaluasi pada iterasi yang dipilih pengguna. Tampilan untuk halaman evaluasi ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Halaman Evaluasi

4.5 Halaman seleksi

Halaman seleksi merupakan halaman yang akan menampilkan hasil dari proses perhitungan seleksi menggunakan metode seleksi *elitism* yaitu individu dengan nilai *fitness* terbaik akan terpilih sebanyak *popsiz*. Pada halaman seleksi juga terdapat pilihan iterasi dimana nanti akan ditampilkan proses seleksi pada iterasi yang dipilih pengguna. Pada halaman seleksi juga ditampilkan individu terbaik dari setiap generasi dan individu terbaik dari semua generasi. Tampilan untuk halaman seleksi ditunjukkan pada Gambar 9.

| Individu | Kromosom | Fitness | Harga |
|----------|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| p0 | [6, 7, 8, 5, 2, 8, 6, 3, 4, 7] | 0.008510594063477565 | 117499.99999999999 |
| p1 | [6, 1, 7, 9, 1, 2, 3, 7, 0, 4] | 0.008247359328789321 | 121250.0 |
| p2 | [4, 4, 6, 7, 2, 7, 1, 3, 4, 7] | 0.008007275344658962 | 124880.30363636365 |
| p3 | [4, 10, 6, 3, 0, 2, 3, 10, 0, 7] | 0.007205748311731646 | 138777.77777777778 |
| p4 | [2, 5, 4, 9, 8, 5, 1, 7, 3, 7] | 0.007055217391504346 | 141536.46153846153 |
| p5 | [9, 9, 0, 0, 3, 9, 0, 9, 4] | 0.007049190327068851 | 141890.46511627908 |
| p6 | [3, 3, 2, 2, 8, 6, 1, 7, 3, 7] | 0.006999999999999999 | 142057.14205714287 |
| p7 | [2, 1, 3, 4, 9, 9, 7, 3, 6, 1] | 0.006885155096748339 | 123571.42857142858 |
| p8 | [4, 4, 5, 7, 2, 7, 9, 9, 1, 1] | 0.006811231577138915 | 127448.97859183676 |
| p9 | [6, 7, 8, 5, 2, 8, 6, 3, 4, 7] | 0.008510510773125452 | 133278.6862438016 |

| Individu | Kromosom | Fitness | Harga |
|----------|--------------------------------|----------------------|-------------------|
| Individu | [4, 4, 7, 2, 1, 9, 1, 3, 0, 4] | 0.011005130910044217 | 80857.14295714287 |

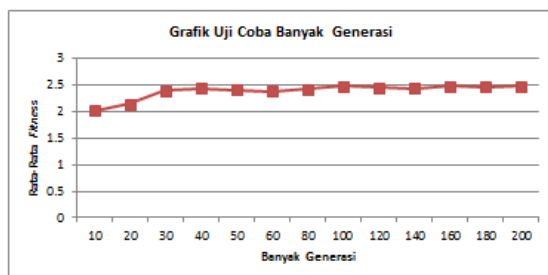
Gambar 9. Halaman Seleksi

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu uji generasi, populasi, kombinasi pc dan pm serta perbandingan hasil komposisi terbaik dengan komposisi yang digunakan oleh peternak.

5.1 Pengujian banyaknya generasi

Pengujian banyaknya generasi dilakukan untuk menentukan banyaknya generasi yang dapat menghasilkan solusi terbaik dalam optimasi komposisi pakan ayam petelur menggunakan algoritme genetika. Banyaknya generasi yang diuji adalah 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200. Pengujian dilakukan 10 kali dengan parameter populasi 160, pc 0.6 dan pm 0.4. Grafik rata-rata nilai *fitness* hasil uji generasi dapat dilihat pada Gambar 10.



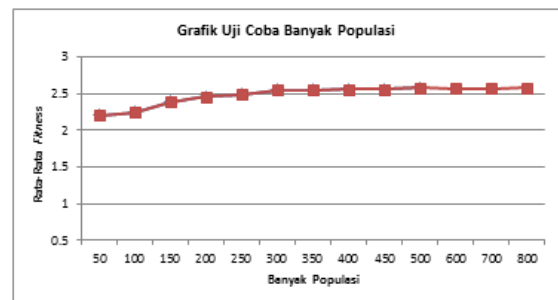
Gambar 10. Grafik Hasil Uji Coba Banyaknya Generasi

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat rata-rata nilai *fitness* mengalami peningkatan dari generasi 10 menuju generasi 30. Rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan pada generasi diatas 30 cenderung stabil. Pada generasi 100 – 200 tidak mengalami kenaikan nilai rata-rata *fitness* yang signifikan melainkan mengalami konvergensi yang menunjukkan grafik hampir membentuk garis lurus. Hasil uji coba banyaknya generasi dengan parameter generasi menunjukkan bahwa

100 adalah banyaknya generasi yang paling optimal dengan nilai *fitness* 2,47973.

5.2 Pengujian ukuran populasi

Pengujian ukuran populasi digunakan untuk menentukan ukuran populasi yang tepat untuk menghasilkan solusi terbaik dalam kasus ini. Ukuran populasi yang akan diuji adalah 50, 100, 150, 200, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700 dan 800. Pengujian dilakukan 10 kali dengan parameter generasi 100, pc 0.6 dan pm 0.4. Grafik rata-rata nilai *fitness* hasil uji populasi dapat dilihat pada Gambar 11.

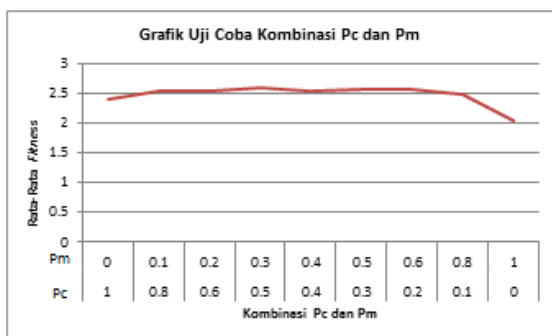


Gambar 11. Grafik Hasil Uji Coba Ukuran Populasi

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat rata-rata nilai *fitness* mengalami peningkatan dari populasi 50 ke populasi 300. Rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan pada generasi diatas 300 cenderung stabil karena perubahan rata-rata nilai *fitness* yang tidak begitu besar. Pada populasi 300 – 800 tidak mengalami kenaikan nilai rata-rata *fitness* yang signifikan melainkan mengalami konvergensi yang menunjukkan grafik hampir membentuk garis lurus. Hasil uji coba ukuran populasi dengan parameter populasi antara 50-800 menunjukkan bahwa 500 dan 800 adalah ukuran populasi yang paling optimal dengan nilai *fitness* 2,573591.

5.3 Pengujian kombinasi pc dan pm

Pengujian kombinasi Pc dan Pm digunakan untuk menentukan kombinasi Pc dan Pm yang tepat untuk menghasilkan solusi terbaik dalam kasus ini. Kombinasi Pc dan Pm yang akan diuji yaitu antara 0 - 1. Pengujian dilakukan 10 kali dengan parameter generasi 100 dan populasi 500. Grafik rata-rata nilai *fitness* hasil uji kombinasi pc dan pm dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Grafik Hasil Uji Coba Kombinasi Pc dan Pm

Berdasarkan Gambar 12 dapat dilihat rata-rata nilai *fitness* mengalami penurunan pada kombinasi Pc 0 dan Pm 1. Penurunan rata-rata nilai *fitness* juga terjadi pada kombinasi Pc 1 dan Pm 0. Rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan pada kombinasi Pc lebih dari nol dan Pm lebih dari nol cenderung stabil karena tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hasil uji coba ukuran populasi menunjukkan bahwa kombinasi Pc 0.5 dan Pm 0.3 adalah kombinasi Pc dan Pm yang optimal dengan rata-rata nilai *fitness* tertinggi yaitu 2.58459.

Dari uji coba ukuran kombinasi pc dan pm, nilai *fitness* terbesar yang didapatkan yaitu 2.5901 yang muncul pada hasil uji coba kombinasi Pc lebih dari nol dan Pm lebih dari nol. Hal ini menunjukkan bahwa solusi terbaik lebih cepat muncul apabila probabilitas *crossover* dan mutasi bernilai lebih dari 0.

5.4 Pengujian kasus

Pengujian kasus digunakan untuk membandingkan hasil komposisi pakan ayam petelur menggunakan algoritme genetika dengan pakan yang digunakan oleh peternak. Pengujian dilakukan pada ayam fase *starter* dengan kebutuhan pakan untuk satu ekor ayam yaitu 50 gram. Data pembandingan diambil dari peternakan H.Suprpto yang terletak di Jl. Patimura no.6 rt 01 rw 06 Junrejo Batu. Untuk pakan ayam petelur yang digunakan pada peternakan H.Suprpto adalah pakan merk DMC 882 untuk fase ayam starter dengan umur 4-10 minggu. Hasil perbandingan kandungan nutrisi pada pakan hasil komposisi algoritme genetika dengan pakan merk DMC 882 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Tabel Perbandingan Kandungan Nutrisi

| Pembandingan | Kebutuhan Nutrisi | Kandungan Nutrisi DMC 882 | Kandungan Nutrisi Komposisi |
|--------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
|--------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|

| | | | Algoritme Genetika |
|-------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Energi Metabolisme (EM) | 140000 kal/gram | 145000 kal/gram | 140000 kal/gram |
| Protein Kasar (PK) | 9.5 gram | 9.5 gram | 5.5 gram |
| Serat Kasar (SK) | 2.5 gram | 3.3 gram | 2.727272 gram |
| Phospor (P) | 0.4 gram | 0.5 gram | 0.082727 gram |
| Klor (Cl) | 0.075 gram | - | 0.035909 gram |
| Harga | - | Rp 450,00 | Rp 381,818 |

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan nutrisi hasil komposisi untuk energi metabolisme memenuhi 100% kebutuhan nutrisi ayam petelur. Pada protein kasar kandungan nutrisi terpenuhi sebesar 58%. Pada serat kasar kandungan nutrisi terpenuhi sebanyak 109%. Pada fosfor kandungan nutrisi terpenuhi sebanyak 21%. Sedangkan pada klor kandungan nutrisi terpenuhi sebanyak 48%. Berdasarkan data pakar nilai toleransi untuk pemenuhan nutrisi fase ayam starter yaitu $\pm 10\%$ untuk energi metabolisme dan protein karena pada fase ini nutrisi tersebut sangat penting untuk pertumbuhan ayam petelur. Untuk nutrisi serat kasar, fosfor dan klor nilai toleransi $\pm 15\%$. Dari Tabel 6.10 didapatkan kesimpulan bahwa energi metabolisme dan serat kasar masih dalam ambang batas toleransi. Sedangkan untuk protein kasar, fosfor, dan klor masih belum memenuhi kebutuhan nutrisi ayam petelur secara keseluruhan. Untuk harga pakan dengan hasil komposisi algoritme genetika masih lebih murah dibandingkan dengan harga pakan ayam petelur merk DMC.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian skripsi ini mengenai optimasi komposisi pakan ayam petelur menggunakan algoritme genetika, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Algoritme genetika bisa diterapkan pada optimasi komposisi pakan ayam petelur dengan menggunakan representasi permutasi, *single-point crossover*, *reciprocal exchange mutation*, dan seleksi *elitism*.

2. Parameter masukan algoritme genetika yang terdiri dari iterasi, populasi, nilai Pc dan Pm mempengaruhi hasil nilai *fitness* yang dihasilkan.
3. Generasi dengan nilai *fitness* terbaik yaitu generasi 100 dengan nilai *fitness* 2.47973. Rata-rata nilai *fitness* tertinggi diperoleh pada populasi 500 dan 800 dengan rata-rata nilai *fitness* 2.573591. Rata-rata nilai *fitness* tertinggi diperoleh pada kombinasi Pc 0.5 dan Pm 0.3 dengan rata-rata nilai *fitness* 2.58459.
4. Hasil optimasi pakan ternak ayam petelur dengan nilai *fitness* terbaik yang dihasilkan menggunakan algoritme genetika dengan pilihan pakan bekatul, beras pecah kulit, beras putih, dedak halus, dedak jagung, gandum, gula, jagung kuning, menir dan pollard dengan komposisi 0,0,0,0,10,0,0,0,0,1, nilai *fitness* 2.59017 dan harga Rp. 381,818.
5. Dari hasil pengujian kasus didapatkan bahwa komposisi pakan dengan algoritme genetika mampu memenuhi kebutuhan nutrisi EM dan SK. Sedangkan untuk nutrisi PK, P dan CI masih belum memenuhi kebutuhan nutrisi ayam petelur. Dari hasil pengujian kasus didapatkan bahwa harga pakan berdasarkan optimasi komposisi pakan dengan algoritme genetika lebih murah dibandingkan harga pembelian pakan peternak.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Terdapat beberapa saran sebagai perbaikan untuk memperbaiki penelitian selanjutnya:

1. Kandungan nutrisi dapat dikembangkan lebih dari 5 kandungan nutrisi yang sudah digunakan.
2. Bahan pakan ayam petelur dapat dikembangkan lebih dari 50 bahan pakan
3. Representasi kromosom, *crossover*, mutasi dan seleksi dapat menggunakan metode yang berbeda.
4. Parameter pengujian kasus dapat dilakukan dengan kombinasi pakan selain bekatul, beras pecah kulit, beras putih, dedak halus, dedak jagung, gandum, gula, jagung kuning, menir dan pollard sehingga dapat ditemukan solusi yang lebih baik dari solusi yang sudah ditemukan

7. DAFTAR RUJUKAN

- Andrianto, Muflikhah, Rahayudi. 2017. "Optimasi Komposisi pakan Kuda Dewasa Menggunakan Algoritma Genetika". Teknik Informatika, Fakultas ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Japfa. 2004. Pedoman Pemeliharaan Layer MB 402.PT Multibreeder Adimira Indonesia.Jakarta.
- Kementerian Pertanian, Sekretariat Jenderal, Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian.2017.*Outlook Telur*. [pdf] tersedia di: <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/download/file/395-outlook-telur-2017>[Diakses 15 April 2018]
- Kusumadewi, Sri. 2003. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya).Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mahmudy, WF.2013." Algoritme Evolusi". Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer,Universitas Brawijaya.Malang
- Murtidjo, Bambang Agus.2006. "Pedoman Meramu Pakan Unggas". Cetakan ke-17. Penerbit Kanisius,Yogyakarta.
- PENS.Modul Bab 7 Algoritme Genetika.[pdf] tersedia di: <<http://entin.lecturer.pens.ac.id/Kecerdasan%20Buatan/Buku/Bab%207%20Algoritme%20Genetika.pdf>>[Diakses pada 5 Januari 2015]
- Rasyaf, Dr.Ir.Muhammad.2001. "Beternak Ayam petelur". Cetakan ke-15. Penerbit Kanisius,Yogyakarta.