



OPTIMASI PEMENUHAN KEBUTUHAN NUTRISI TERNAK UNGAS MELALUI FORMULASI RANSUM MENGUNAKAN ALGORITME GENETIKA

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

SABARINA HIDAYAT



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural University



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Nutrisi Ternak Unggas melalui Formulasi Ransum Menggunakan Algoritme Genetika adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2013

Sabarina Hidayat
NIM G64090092

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University



ABSTRAK

SABARINA HIDAYAT. Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Nutrisi Ternak Unggas melalui Formulasi Ransum Menggunakan Algoritme Genetika. Dibimbing oleh WISNU ANANTA KUSUMA dan ANURAGA JAYANEGARA.

Kebutuhan nutrisi ternak hewan perlu dipenuhi agar hewan ternak tumbuh sehat sehingga dapat menghasilkan produk yang baik dan berkualitas. Besarnya kontribusi biaya pakan ternak mendorong untuk membuat formula ransum ternak yang tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi hewan ternak unggas tetapi juga formula ransum dengan biaya minimum. Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem yang mampu mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas dalam 1 kg formula pakan menggunakan metode Algoritme Genetika dan mempertimbangkan formula ransum dengan harga minimum. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas optimal pada saat ukuran populasi, ukuran kromosom, nilai peluang rekombinasi, nilai peluang mutasi, dan maksimum generasi berturut-turut adalah 80, 6, 0.7, 0.0125, dan 200. Hasil penelitian juga menunjukkan untuk mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas dalam 1 kg formula ransum, sebuah formula ransum minimal terdiri atas 3 jenis pakan.

Kata kunci: Algoritme Genetika, formulasi ransum, optimasi, ternak unggas

ABSTRACT

SABARINA HIDAYAT. Optimization of Poultry's Nutrition Fulfillment through Feed Formulation Using Genetic Algorithms. Supervised by WISNU ANANTA KUSUMA and ANURAGA JAYANEGARA.

Poultry's nutrition is required in order to grow healthy poultry that can yield good quality products. The high contribution of cost feed cause to make a feed formula that not only fulfill poultry's nutrition requirement, but also a feed formula with minimum cost. The purpose of this research is to develop a system that can compose a required feed formula with minimum cost using Genetic Algorithms. The results show that the percentage of poultry's nutrition is fulfilled optimally when the population size 80, chromosome size 6, crossover rate 0.7, mutation rate 0.0125, and maximum generation 200. The results also show that to fulfill poultry's nutrition requirement optimally in 1 kg feed formula, a feed formula contain at least 3 types of feed.

Keywords: feed formulation, Genetic Algorithms, optimization, poultry



OPTIMASI PEMENUHAN KEBUTUHAN NUTRISI TERNAK UNGGA MELALUI FORMULASI RANSUM MENGUNAKAN ALGORITME GENETIKA

SABARINA HIDAYAT

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Ilmu Komputer
pada
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Judul Skripsi: Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Nutrisi Ternak Unggas melalui Formulasi Ransum Menggunakan Algoritme Genetika

Nama : Sabarina Hidayat

NIM : G64090092

Disetujui oleh

Dr Wisnu Ananta Kusuma, ST MT
Pembimbing I

Dr Anuraga Jayanegara, SPt MSc
Pembimbing II

Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2012 ini ialah optimasi formulasi ransum, dengan judul Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Nutrisi Ternak Unggas melalui Formulasi Ransum Menggunakan Algoritme Genetika.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr Wisnu Ananta Kusuma, ST MT dan Bapak Dr Anuraga Jayanegara, SPt MSc sebagai pembimbing, serta Bapak Dr Heru Sukoco, SSi MT sebagai penguji yang telah banyak membimbing dan memberi saran dalam menyelesaikan tugas akhir. Tak lupa penulis berterima kasih juga kepada ayah, ibu, kakak, adik, sahabat, serta teman-teman Ilmu Komputer IPB 46 atas segala dukungan, semangat, kasih sayang dan doa yang tulus.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Juli 2013

Sabarina Hidayat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
METODE	2
Input Parameter Jenis dan Umur Hewan Ternak	3
Data	3
Representasi Gen dan Kromosom	4
Inisialisasi Populasi Awal	4
Seleksi Individu	5
Rekombinasi	5
Mutasi	6
Evaluasi Nilai <i>Fitness Function</i>	6
HASIL DAN PEMBAHASAN	7
Percobaan 1	8
Percobaan 2	8
Pembahasan	13
SIMPULAN DAN SARAN	17
Simpulan	17
Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	20
RIWAYAT HIDUP	32

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DAFTAR TABEL

1	Proporsi gen untuk ukuran kromosom berbeda pada Proporsi 1 dan Proporsi 2	9
2	Kebutuhan nutrisi ternak broiler umur 3 minggu	16
3	Formula ransum untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak broiler umur 3 minggu	17

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram sederhana Algoritme Genetika (Cox 2005)	3
2	Representasi gen dan kromosom	4
3	Contoh kromosom	4
4	Rekombinasi menggunakan <i>two-point crossover</i>	5
5	Rataan <i>fitness</i> yang dicapai untuk setiap pasangan nilai peluang rekombinasi dan ukuran populasi	8
6	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan EM hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1	10
7	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan protein hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1	10
8	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan <i>lysine</i> hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1	11
9	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan <i>methionine</i> + <i>cystine</i> hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1	11
10	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan kalsium hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1	12
11	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan fosfor hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1	12
12	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan EM hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2	13
13	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan protein hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2	13
14	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan <i>lysine</i> hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2	14
15	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan <i>methionine</i> + <i>cystine</i> hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2	14
16	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan kalsium hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2	15
17	Grafik rataan persentase pemenuhan kebutuhan fosfor hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2	15
18	Perbandingan pemenuhan kebutuhan nutrisi hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1 dan Proporsi 2 pada ukuran populasi 80 individu	16

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Daftar kebutuhan nutrisi ternak unggas	20
2	Daftar jenis bahan pakan	23
3	Proses perhitungan nilai <i>fitness</i>	29
4	Antarmuka sistem formulasi ransum ternak unggas	31

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hewan ternak dipelihara dan dikembangkan untuk dimanfaatkan dan diambil hasilnya. Kualitas ternak dan hasil ternak dipengaruhi oleh faktor genetik, jenis kelamin, lama pemeliharaan, kualitas ransum dan pakan yang diberikan. Agar hewan ternak tumbuh sehat dan memiliki kualitas yang baik, campuran pakan yang diberikan harus dapat memenuhi kebutuhan nutrisi hewan ternak. Kebutuhan nutrisi hewan ternak berbeda-beda, bergantung pada jenis hewan ternak, umur, fase (pertumbuhan, dewasa, bunting, menyusui), kondisi tubuh dan lingkungannya (WARINTEK 2000). *National Research Council* (US) telah mengukur dan menentukan standar kebutuhan nutrisi hewan ternak berdasarkan faktor-faktor yang telah disebutkan.

Jenis pakan ternak cukup banyak dan memiliki kandungan nutrisi yang berbeda-beda. Pencampuran bahan pakan atau formulasi ransum perlu dilakukan agar jumlah nutrisi dalam formulasi ransum dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Jenis hewan ternak dengan kebutuhan nutrisi berbeda dan jenis pakan dengan kandungan nutrisi berbeda memungkinkan adanya kombinasi atau formula ransum yang beragam untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak.

Biaya pakan ternak memiliki kontribusi sebesar 70% dari total biaya produksi (DJPKH 2012). Formula yang dipilih diharapkan tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi ternak saja, tetapi juga formula dengan biaya termurah untuk membantu mengurangi kontribusi biaya pakan. Untuk memenuhi kriteria-kriteria tersebut perlu dicari formula ransum yang paling optimal.

Saat ini sudah banyak aplikasi dari luar negeri yang mampu memformulasikan pakan ternak. Umumnya, aplikasi tersebut menggunakan metode *Linear Programming* (LP) untuk memperoleh solusi optimal. Namun, menurut Rahman *et al.* (2010) metode LP memiliki beberapa kelemahan dalam memecahkan masalah formulasi ransum ternak. Pertama, kandungan nutrisi dalam pakan tidak stabil sehingga pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak hanya mencapai 50% ketika variabilitas pakan dalam formula ransum diabaikan. Kedua, keseimbangan nutrisi pada solusi akhir sulit ditentukan. Ketiga, kekakuan metode LP dalam mendefinisikan kendala.

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan solusi optimal dari formula ransum ternak akan digunakan metode Algoritme Genetika. Formulasi ransum yang memiliki ruang masalah pencarian yang cukup besar memungkinkan untuk menerapkan Algoritme Genetika sebagai teknik optimasi untuk mendapatkan solusi terbaik. Algoritme Genetika mampu meningkatkan kesempatan untuk mendapatkan solusi yang layak dan sejauh ini metode tersebut efektif dalam menemukan solusi terbaik (Hillier dan Lieberman 2005). Penelitian mengenai optimasi pemenuhan kebutuhan menggunakan Algoritme Genetika yang pernah dilakukan, antara lain untuk menentukan komposisi bahan pangan harian (Rismawan dan Kusumadewi 2007), dan optimasi komposisi bahan pakan ikan air tawar (Wardhani *et al.* 2011). Berdasarkan permasalahan di atas, pada penelitian ini akan dibangun sistem menggunakan Algoritme Genetika sebagai teknik optimasi untuk menentukan formula ransum yang memenuhi kebutuhan nutrisi



ternak unggas dan mempertimbangkan harga termurah dalam 1 kg formula ransum.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membangun sistem yang mampu memformulasikan pakan ternak unggas yang optimal untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dengan harga minimum menggunakan Algoritme Genetika?
2. Bagaimana pengaruh parameter-parameter dalam Algoritme Genetika terhadap solusi yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak unggas?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, ialah:

1. Membuat sistem yang menghasilkan *output* berupa formula ransum yang optimal untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak unggas menggunakan Algoritme Genetika dengan mempertimbangkan harga minimum.
2. Melihat pengaruh parameter-parameter Algoritme Genetika dalam mengoptimalkan kebutuhan nutrisi ternak unggas.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, antara lain:

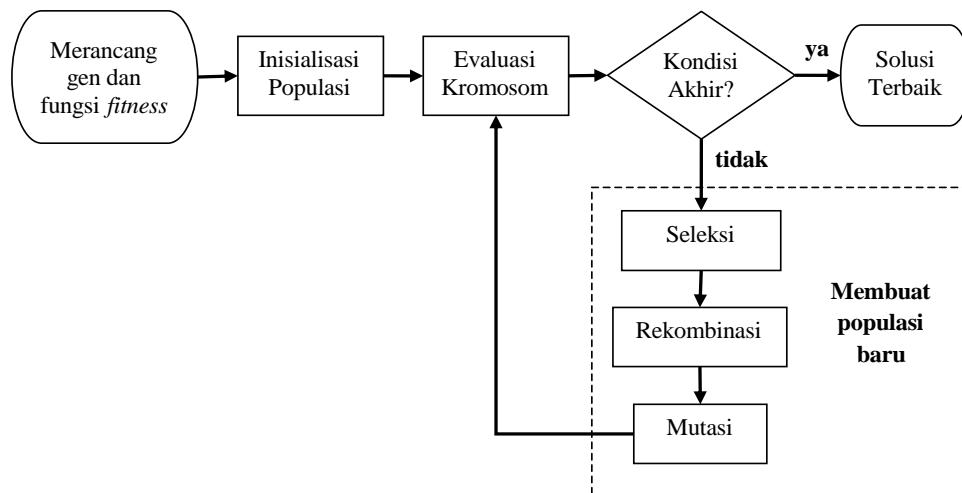
1. Memberikan rekomendasi formula ransum ternak unggas yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak tersebut.
2. Mempermudah dalam memformulasikan ransum ternak unggas yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak tersebut.

Ruang Lingkup Penelitian

Fokus penelitian ini adalah menghasilkan formula ransum yang optimal untuk memenuhi kebutuhan nutrisi hewan ternak dalam 1 kg formula ransum dan mempertimbangkan harga termurah. Kebutuhan nutrisi ternak ditentukan berdasarkan jenis dan umur hewan ternak. Penelitian ini dibatasi pada jenis hewan ternak unggas saja. Teknik optimasi yang digunakan untuk mendapatkan solusi terbaik dalam formulasi ransum ternak unggas adalah Algoritme Genetika.

METODE

Formula ransum yang diberikan untuk dikonsumsi hewan ternak harus dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Pencarian solusi optimal dari formula ransum



Gambar 1 Diagram sederhana Algoritme Genetika (Cox 2005)

Hewan ternak dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Algoritme Genetika. Algoritme Genetika merupakan teknik pencarian yang dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah kromosom (Rismawan dan Kusumadewi 2007). Sejumlah solusi tersebut kemudian dikenal dengan populasi dalam Algoritme Genetika. Setiap solusi dalam suatu populasi diukur keoptimalannya untuk mengetahui apakah sebuah solusi lebih baik dari pada solusi yang lain. Solusi-solusi tersebut dapat dibandingkan dengan mengukur nilai *fitness function* dari masing-masing solusi (Sastry *et al.* 2005).

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses optimasi ini, ialah inisialisasi atau pembangkitan populasi awal, seleksi, rekombinasi, mutasi, dan evaluasi nilai *fitness function*. Proses optimasi Algoritme Genetika dapat dilihat pada Gambar 1.

Input Parameter Jenis dan Umur Hewan Ternak

Input parameter yang dimasukkan ke dalam sistem terdiri atas jenis dan umur hewan ternak. Setelah informasi jenis dan umur hewan ternak diketahui, selanjutnya dapat diketahui jumlah nutrisi yang dibutuhkan oleh hewan ternak tersebut. Komponen nutrisi yang akan dipenuhi, antara lain energi metabolisme (EM), protein, kalsium, fosfor, dan kebutuhan asam amino meliputi *arginine*, *glycine*, *serine*, *histidine*, *isoleucine*, *leucine*, *lysine*, *methionine*, *cystine*, *phenilalanine*, *tyrosine*, *threonine*, *tryptophan*, dan *valine*. Data kebutuhan nutrisi ternak unggas dalam 1 kg formula ransum dapat dilihat pada Lampiran 1.

Data

Penelitian ini menggunakan data jenis pakan, kandungan nutrisi jenis pakan, dan kebutuhan nutrisi hewan ternak. Data yang digunakan diperoleh dari *National Research Council* (1994) dalam buku *Nutrient Requirements of Poultry 9th edition*.

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Gambar 2 Representasi gen dan kromosom

2	13	36	27	45	25
---	----	----	----	----	----

Gambar 3 Contoh kromosom

Data dalam buku tersebut merupakan ukuran standar internasional untuk pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas. Dalam buku tersebut disebutkan 72 jenis pakan untuk ternak unggas dengan kandungan nutrisi yang beragam untuk setiap jenisnya. Dari 72 jenis pakan yang disebutkan dalam buku tersebut dipilih 48 jenis pakan. Pengurangan jumlah jenis pakan yang digunakan dilakukan karena mempertimbangkan ketersediaan bahan pakan yang ada di Indonesia. Jenis hewan ternak yang diteliti adalah jenis ternak unggas.

Representasi Gen dan Kromosom

Sebuah kromosom yang terbentuk dari sekumpulan gen merepresentasikan solusi formula ransum yang layak. Pada penelitian ini sebuah kromosom terdiri atas 6 gen. Sebuah gen direpresentasikan dengan P_i , i adalah posisi gen dalam kromosom. Representasi kromosom ditunjukkan pada Gambar 2. P_1 atau gen pada posisi pertama dalam sebuah kromosom dapat dibentuk dari salah satu jenis pakan dengan nomor identitas 1 sampai 12 yang dipilih secara acak. Jenis pakan dengan nomor identitas 1 sampai 12 merupakan jenis pakan yang berperan sebagai sumber energi. P_2 , P_3 , P_4 , P_5 , dan P_6 masing-masing dapat dibentuk dari salah satu jenis pakan dengan nomor identitas 1 sampai 48 yang dipilih secara acak.

Gambar 3 menunjukkan contoh sebuah kromosom yang dapat dibentuk dari representasi kromosom yang ada. Gen-gen dalam kromosom tersebut diisi dengan jenis pakan yang memiliki nomor identitas 2, 13, 36, 27, 45, dan 25. Setiap nomor identitas memiliki informasi nama pakan, kandungan nutrisi dalam 100 gram pakan dan harga 1 kg pakan. Jenis pakan dengan nomor identitas 2 adalah *corn grain* atau biji jagung. Daftar kandungan nutrisi dan harga pakan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 2.

Inisialisasi Populasi Awal

Tahap inisialisasi merupakan tahap untuk membangkitkan populasi awal dari seluruh ruang pencarian yang mungkin untuk suatu masalah. Populasi awal tersebut dibangkitkan secara acak (Sastry *et al.* 2005). Bahan pakan dipilih berdasarkan nutrisi yang dikandungnya. Formula ransum yang terpilih merupakan kombinasi beberapa bahan pakan terbaik yang dapat mencukupi kebutuhan nutrisi ternak dalam sehari yang diambil secara acak.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Seleksi Individu

Seleksi individu dilakukan untuk mendapatkan solusi yang lebih baik jika pada generasi sebelumnya solusi yang diberikan belum optimal. Pada proses seleksi individu akan dipilih kromosom yang tetap dipertahankan untuk generasi selanjutnya. Jumlah kromosom dengan nilai *fitness* tinggi atau yang memiliki selisih terendah dengan nilai jumlah nutrisi yang dibutuhkan ternak dan dengan harga minimum akan memiliki peluang lebih besar untuk terpilih lagi pada generasi selanjutnya.

Penelitian ini menggunakan metode seleksi *Roulette Wheel*. Metode *Roulette Wheel* memilih individu baru untuk generasi selanjutnya berdasarkan pengaruh nilai *fitness* individu dari generasi sebelumnya. Individu dengan nilai *fitness* yang tinggi merupakan individu yang baik dan akan lebih mudah terpilih.

Rekombinasi

Rekombinasi atau *crossover* adalah proses menggabungkan 2 atau lebih *parent* yang dihasilkan dari solusi yang dibangkitkan dari proses seleksi (Sastry *et al.* 2005). Rekombinasi dilakukan dengan memilih 2 *parent* secara acak kemudian memilih panjang kromosom yang akan dikawinkan secara acak. Gen yang terpilih akan ditukar-tempatkan dengan gen dari kromosom lain. Hasil rekombinasi ini kemudian disebut dengan *offspring*.

Pada penelitian ini digunakan *one-point crossover* (pemilihan satu titik rekombinasi) dan *two-point crossover* (pemilihan dua titik rekombinasi). Pada generasi-generasi awal digunakan *two-point crossover* dan untuk generasi selanjutnya digunakan *one-point crossover*. Ilustrasi proses rekombinasi ditunjukkan pada Gambar 4.

Peluang rekombinasi adalah kemungkinan sebuah kromosom terpilih untuk direkombinasi. Adanya peluang rekombinasi memungkinkan tidak seluruh kromosom akan direkombinasikan. Standar estimasi untuk penentuan nilai peluang rekombinasi yang baik adalah antara 0.5 dan 0.9 (Cox 2005).

Parent 1					
2	13	36	27	45	25
Parent 2					
5	33	13	6	18	14
Offspring					
5	33	36	27	45	14
2	13	13	6	18	25

Gambar 4 Rekombinasi menggunakan *two-point crossover*

Mutasi

Modifikasi terhadap nilai yang dimiliki sebuah kromosom dapat dilakukan dengan melibatkan kromosom itu sendiri. Modifikasi ini disebut dengan mutasi. Mutasi dapat dilakukan dengan mengganti susunan gen dalam kromosom atau menghilangkan gen dalam kromosom. Proses tersebut dapat mengubah nilai *fitness* dari setiap kromosom. Mutasi dirancang untuk menambah keberagaman gen pada populasi sehingga mampu menjelajahi seluruh ruang pencarian untuk menemukan solusi terbaik (Sastry *et al.* 2005).

Hasil yang paling optimal akan diambil sebagai kromosom terbaik. Kromosom tersebut merupakan indeks dari bahan pakan yang direkomendasikan untuk dikonsumsi agar pemenuhan nutrisi ternak dapat tercapai. Pada penelitian ini proses mutasi dilakukan dengan memilih posisi gen secara acak. Gen yang terpilih akan dimutasikan dengan mengubah nilai atau jenis pakan dari gen tersebut.

Seperti dalam proses rekombinasi, dalam proses mutasi juga terdapat peluang mutasi yang merupakan kemungkinan sebuah kromosom akan terpilih untuk dilakukan mutasi. Persamaan (1) menunjukkan standar nilai peluang mutasi yang baik (Cox 2005).

$$p_m = \max \left(0.01, \frac{1}{N} \right) \quad (1)$$

p_m = peluang mutasi

N = ukuran populasi

Evaluasi Nilai *Fitness Function*

Kromosom akan dievaluasi menggunakan alat ukur yang disebut *fitness function*. Nilai *fitness* kromosom menunjukkan kualitas dari kromosom tersebut dalam populasi. Kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi digunakan untuk menentukan formula ransum terbaik. Nilai *fitness function* diukur menggunakan persamaan (2).

$$f(x) = f1(x) + f2(x) \quad (2)$$

Dalam masalah formulasi ransum ini ada 2 *objective function*, yaitu optimasi pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak dan optimasi harga minimum. Optimasi pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak didefinisikan dengan persamaan $f1(x)$ seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (3).

$$f1(x) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n |\sum_{i=1}^k j_i - M_j| + b} \quad (3)$$

Keterangan:

n = jumlah nutrisi yang akan dipenuhi

k = panjang kromosom

M_j = kebutuhan nutrisi ke- j optimal

j_i = kandungan nutrisi ke- j dari bahan pakan pada posisi gen ke- i

b = bilangan kecil

Ketika kandungan nutrisi dalam formula ransum yang dihasilkan sama dengan nutrisi yang dibutuhkan oleh hewan ternak, selisih pemenuhan kebutuhan nutrisinya adalah 0. Untuk menghindari pembagian dengan 0, selisih pemenuhan kebutuhan nutrisi tersebut ditambah dengan bilangan kecil (b). Pemilihan bilangan kecil yang digunakan didasarkan pada angka kandungan nutrisi dari jenis pakan yang digunakan. Kandungan nutrisi yang terkecil bernilai desimal dengan 2 angka di belakang koma sehingga bilangan kecil yang digunakan adalah 0.01.

Optimasi harga minimum dari formula pakan terpilih didefinisikan dengan persamaan $f2(x)$ seperti yang ditunjukkan pada persamaan (4).

$$f2(x) = \frac{1}{\sum v_{b_i}} \quad (4)$$

Peterangan:

= harga pakan

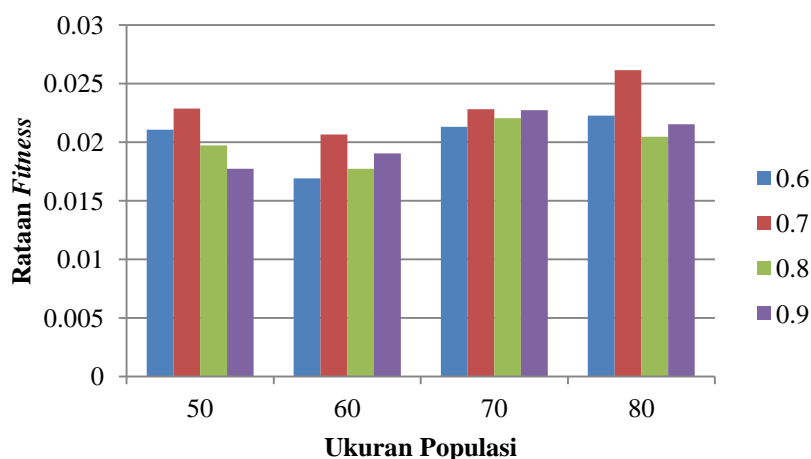
= nilai pada posisi gen ke- i

Kromosom-kromosom yang telah dibangkitkan tersebut akan berevolusi secara berkelanjutan yang disebut dengan istilah generasi. Pada tiap generasi, kromosom-kromosom tersebut dievaluasi tingkat keberhasilan nilai solusinya terhadap masalah yang ingin diselesaikan. *Fitness* merupakan evaluasi nilai yang menyatakan baik tidaknya suatu kromosom. Nilai *fitness* adalah nilai yang dijadikan acuan untuk mencapai nilai optimal dalam Algoritme Genetika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan parameter jenis dan umur hewan ternak. Setelah mengetahui parameter tersebut, dapat diketahui pula ukuran kebutuhan nutrisi ternak dalam 1 kg formula ransum. Kebutuhan nutrisi yang akan dipenuhi dalam 1 kg formula ransum, antara lain EM, protein, kalsium, fosfor, 14 macam amino yang meliputi *arginine*, *glycine*, *serine*, *histidine*, *isoleucine*, *leucine*, *lysine*, *methionine*, *cystine*, *phenylalanine*, *tyrosine*, *threonine*, *tryptophan*, dan *valine*.

Sistem dibangun berbasis *desktop* dengan menggunakan Matlab R2008b. Sistem ini mampu menghasilkan formula ransum yang memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dengan mempertimbangkan harga minimum menggunakan Algoritme Genetika. Sistem ini tidak menggunakan seluruh jenis pakan yang disebutkan dalam *Nutrient Requirements of Poultry 9th edition* karena tidak semua jenis pakan tersebut tersedia dan umum digunakan di Indonesia. Pada penelitian ini, percobaan dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama untuk menentukan peluang rekombinasi terbaik sehingga menghasilkan solusi dengan nilai *fitness* terbaik. Tahap kedua untuk melihat pengaruh ukuran kromosom dan terhadap pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas dan untuk menentukan ukuran populasi terbaik.



Gambar 5 Rataan *fitness* yang dicapai untuk setiap pasangan nilai peluang rekombinasi dan ukuran populasi

Percobaan 1

Percobaan pertama dilakukan untuk mengetahui nilai peluang rekombinasi terbaik sehingga menghasilkan nilai *fitness* terbaik untuk beberapa ukuran populasi. Percobaan dilakukan dengan mengubah nilai peluang rekombinasi dan ukuran populasi, sedangkan nilai yang lain dibuat konstan. Ukuran kromosom yang digunakan dalam sistem telah ditentukan terlebih dahulu, yaitu 6 gen. Proporsi formula ransum yang digunakan adalah 50% untuk jenis pakan yang berperan sebagai sumber energi, dan 50% lainnya untuk jenis pakan yang lain dengan proporsi masing-masing adalah 10%. Nilai peluang mutasi yang digunakan diperoleh dari persamaan (1).

Nilai peluang rekombinasi yang diujikan adalah 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9. Setiap nilai peluang rekombinasi dipasangkan dengan ukuran populasi yang diujikan, yaitu 50, 60, 70, dan 80. Gambar 5 menunjukkan grafik nilai *fitness* yang dicapai oleh setiap pasangan nilai peluang rekombinasi dan ukuran populasi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai peluang rekombinasi 0.7 paling optimal untuk semua ukuran populasi.

Percobaan 2

Percobaan kedua dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran kromosom dan proporsi pakan dalam sebuah formula ransum untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Percobaan kedua juga dilakukan untuk menentukan ukuran populasi yang dapat menghasilkan solusi yang optimal.

Terdapat beberapa jenis pakan yang memiliki peran sebagai sumber energi, antara lain jenis pakan yang berasal dari jagung, sorgum, dan beras. Dalam perlakuan nyata di lapangan, jenis-jenis pakan tersebut dicampurkan dalam formula ransum dengan proporsi sebesar 50% dari total bobot formula ransum yang diberikan. Sistem yang dibuat akan membuat formula ransum dengan total bobot 1 kg, maka dalam penelitian ini jenis pakan yang berperan sebagai sumber

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 1 Proporsi gen untuk ukuran kromosom berbeda pada Proporsi 1 dan Proporsi 2

Proporsi	Proporsi Gen	Ukuran Kromosom					
		1 gen	2 gen	3 gen	4 gen	5 gen	6 gen
1	1	100%	50%	50%	50%	50%	50%
	2	-	50%	25%	16.66%	12.50%	10%
	3	-	-	25%	16.66%	12.50%	10%
	4	-	-	-	16.66%	12.50%	10%
	5	-	-	-	-	12.50%	10%
	6	-	-	-	-	-	10%
2	1	100%	50%	33.33%	25%	20%	16.66%
	2	-	50%	33.33%	25%	20%	16.66%
	3	-	-	33.33%	25%	20%	16.66%
	4	-	-	-	25%	20%	16.66%
	5	-	-	-	-	20%	16.66%
	6	-	-	-	-	-	16.66%

energi akan diberi proporsi sebesar 0.5 kg. Sedangkan 0.5 kg lainnya akan dibagi dengan proporsi yang sama besar untuk jenis pakan apapun.

Pada percobaan ini diuji 2 bentuk proporsi pakan untuk mengetahui pengaruhnya dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas. Proporsi 1 menggunakan proporsi pakan sesuai dengan perlakuan nyata di lapangan. Proporsi 2 menggunakan proporsi pakan yang sama besar untuk setiap jenis pakan. Secara bersamaan dilakukan juga percobaan untuk melihat pengaruh ukuran kromosom dalam memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dari solusi yang dihasilkan. Ukuran kromosom yang akan diamati adalah 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 gen. Ukuran populasi yang diujikan untuk menentukan ukuran populasi terbaik adalah 50, 60, 70, dan 80. Peluang rekombinasi yang digunakan dalam percobaan ini bernilai konstan, yaitu 0.6. Proporsi setiap gen dalam 1 kg formula pakan yang dihasilkan dengan kedua proporsi yang dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Hasil percobaan dengan menggunakan Proporsi 1 menunjukkan bahwa rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan EM hewan ternak broiler umur 0-8 minggu paling optimal mulai dari ukuran kromosom adalah 3 gen. Nilai persentase diperoleh dari perbandingan antara pemenuhan kebutuhan nutrisi yang dicapai oleh formula ransum yang dihasilkan sistem dengan target kebutuhan nutrisi yang harus dicapai. Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan EM hewan ternak broiler umur 0-8 minggu dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar 7 menunjukkan grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan protein hewan ternak broiler umur 0-8 minggu dalam formula ransum yang dihasilkan dari percobaan menggunakan Proporsi 1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kebutuhan protein mulai dipenuhi dengan baik pada saat ukuran kromosom adalah 4 gen.

Rataan persentase pemenuhan kebutuhan *lysine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu dipenuhi dengan baik untuk semua ukuran populasi pada saat ukuran kromosom adalah 5 gen. Rataan persentase pemenuhan kebutuhan *methionine+cystine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu mulai dipenuhi dengan baik untuk semua ukuran populasi pada saat ukuran populasi adalah 5 gen. Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan *lysine* dan *methionine+cystine*

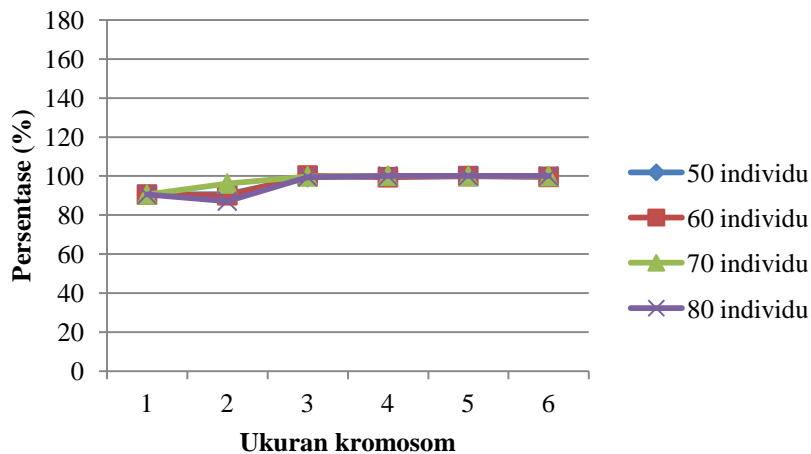
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

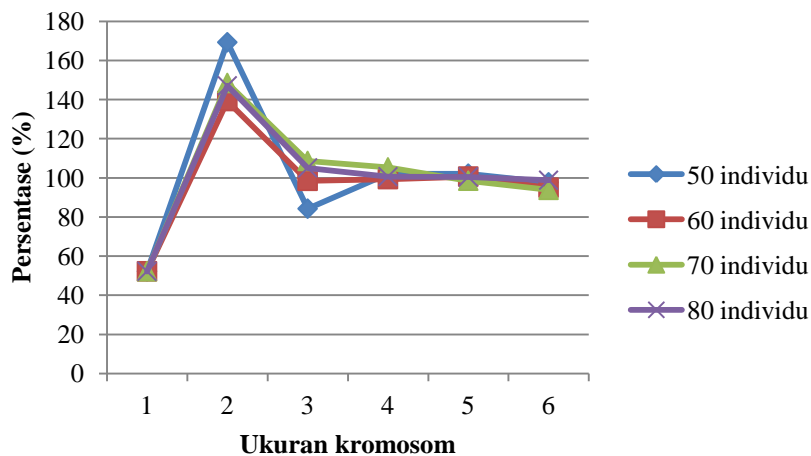
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 6 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan EM hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1

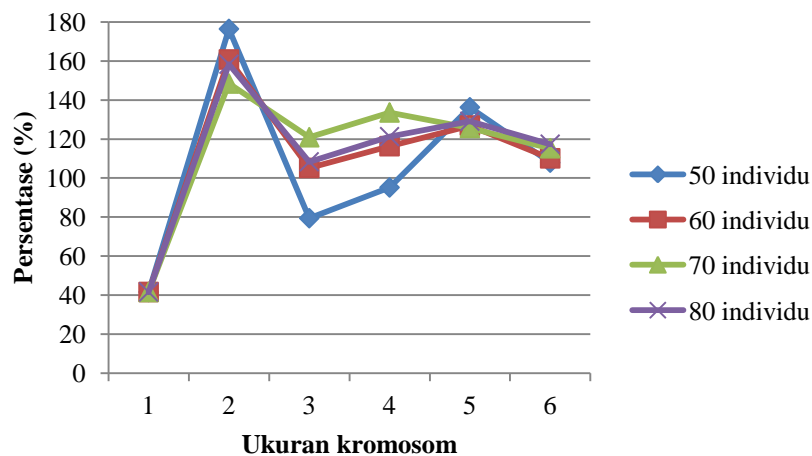


Gambar 7 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan protein hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1

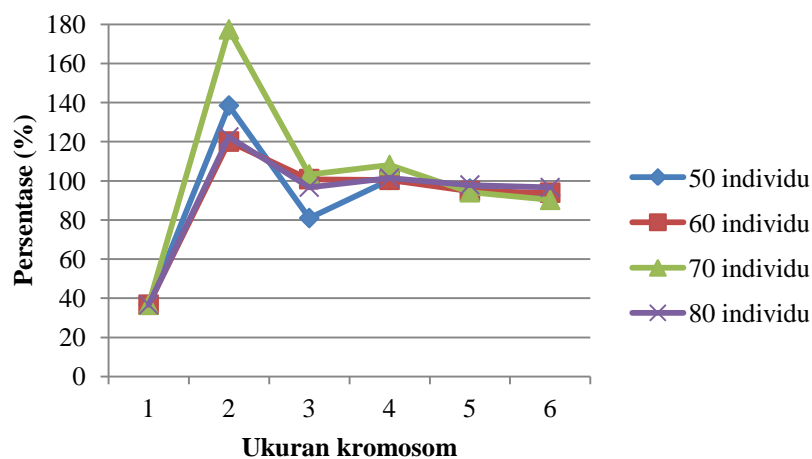
hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1 dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

Saat ukuran kromosom adalah 1 gen, pemenuhan kebutuhan *lysine* dan *methionine+cystine* tidak mencapai 100%. Artinya, kandungan *lysine* dan *methionine+cystine* dalam formula ransum yang dihasilkan kurang dari kebutuhan nutrisi ternak yang seharusnya dipenuhi. Saat ukuran kromosom adalah 2 gen, pemenuhan kebutuhan *lysine* dan *methionine+cystine* lebih dari 100%. Artinya, formula ransum yang dihasilkan mengandung *lysine* dan *methionine+cystine* lebih dari yang dibutuhkan oleh hewan ternak.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan kalsium dan fosfor hewan ternak broiler umur 0-8 minggu tidak dapat mencapai 100% untuk setiap ukuran kromosom dan ukuran populasi yang diujikan. Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan kalsium dan fosfor



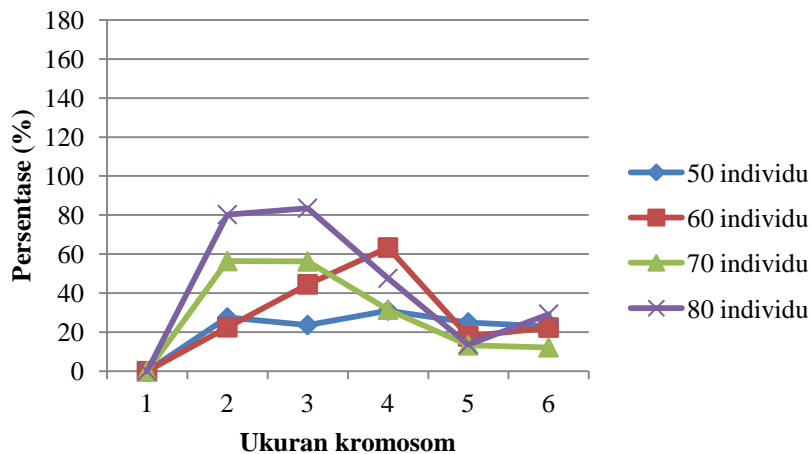
Gambar 8 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan *lysine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1



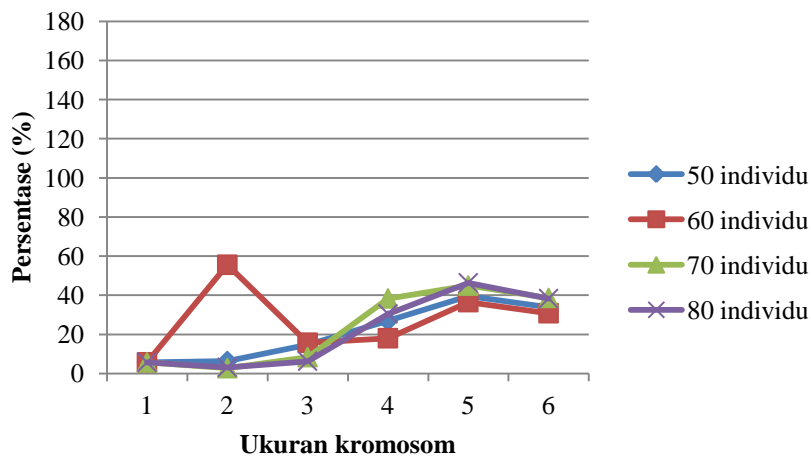
Gambar 9 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan *methionine + cystine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1

hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsion 1 ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Secara keseluruhan, hasil rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan nutrisi dari pakan yang dicapai pada formula ransum dengan menggunakan Proporsion 2 tidak jauh berbeda dengan yang dicapai pada percobaan formula ransum menggunakan Proporsion 1. Namun, pemenuhan nutrisi yang dicapai saat menggunakan Proporsion 2 tidak seimbang bila dibandingkan dengan menggunakan Proporsion 1. Seperti pada pemenuhan kebutuhan EM menggunakan Proporsion 2 tidak seoptimal ketika menggunakan Proporsion 1. Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan EM broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsion 2 ditunjukkan dalam Gambar 12. Gambar 13 menunjukkan grafik rata-rata pemenuhan kebutuhan protein hewan ternak broiler umur 0-8 minggu pada ukuran kromosom 1 sampai 6 dengan ukuran populasi 50, 60, 70, dan 80 individu untuk Proporsion 2.



Gambar 10 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan kalsium hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1



Gambar 11 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan fosfor hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1

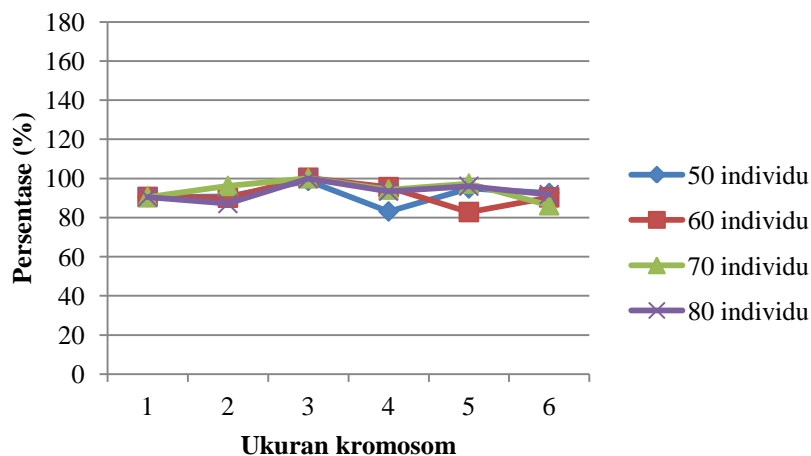
Grafik rata-rata pemenuhan kebutuhan *lysine* dan *methionine+cystine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu pada ukuran kromosom 1 sampai 6 gen dengan ukuran populasi 50, 60, 70, dan 80 individu untuk Proporsi 2 ditunjukkan dalam Gambar 14 dan Gambar 15.

Grafik rata-rata pemenuhan kebutuhan kalsium dan fosfor hewan ternak broiler umur 0-8 minggu pada ukuran kromosom 1 sampai 6 dengan ukuran populasi 50, 60, 70, dan 80 individu menggunakan Proporsi 2 ditunjukkan dalam Gambar 16 dan Gambar 17.

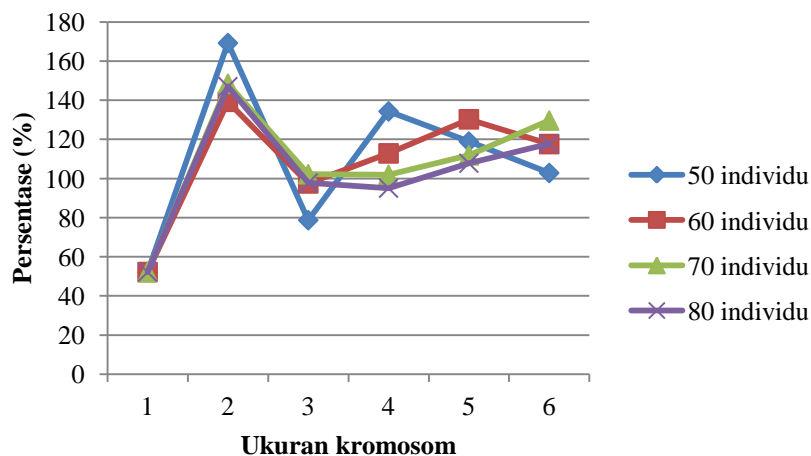
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Gambar 12 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan EM hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2

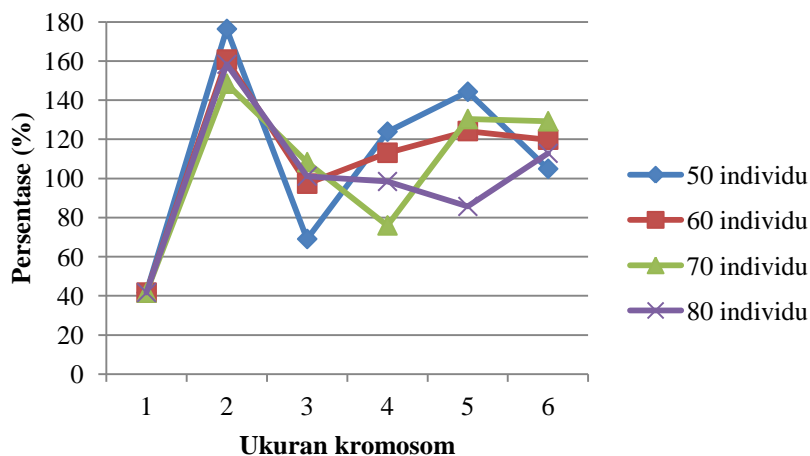


Gambar 13 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan protein hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2

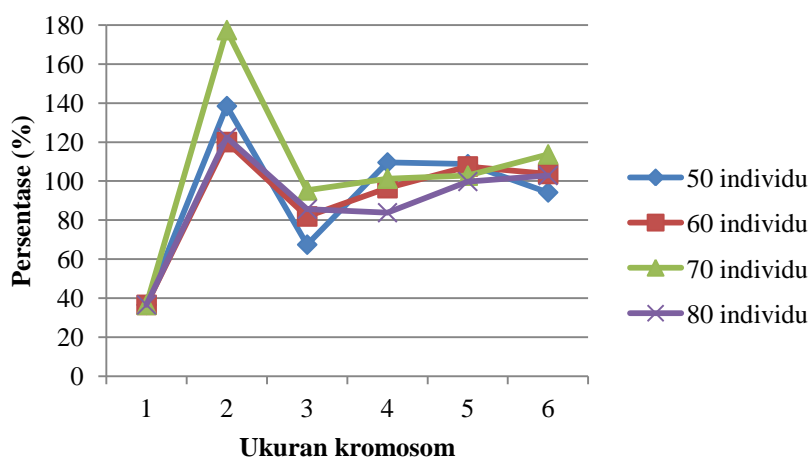
Pembahasan

Berdasarkan gambar yang menunjukkan grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan nutrisi hewan ternak broiler umur 0-8 minggu menggunakan formula ransum yang dihasilkan oleh sistem baik untuk Proporsi 1 maupun Proporsi 2 dapat dikatakan bahwa pemberian 1 atau 2 jenis pakan untuk dikonsumsi oleh hewan ternak tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dengan baik dan seimbang. Ketika hanya memberi 1 jenis pakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, maka banyak kebutuhan nutrisi yang tidak optimal pemenuhannya. Ketika memberi 2 jenis pakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak maka pemenuhan kebutuhan nutrisi menjadi tidak seimbang atau inefisiensi pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak karena beberapa jenis kebutuhan nutrisi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



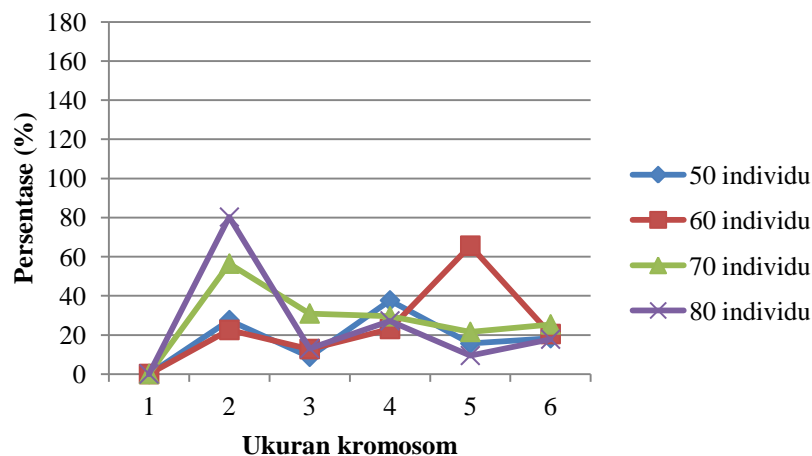
Gambar 14 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan *lysine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2



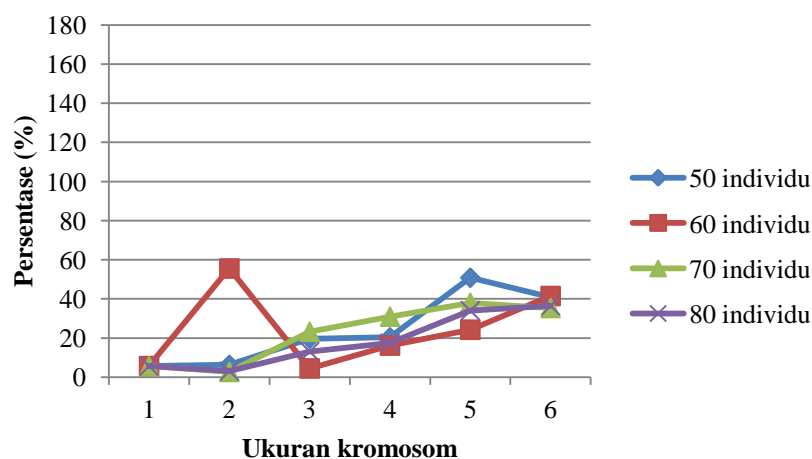
Gambar 15 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan *methionine + cystine* hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2

terpenuhi secara berlebihan dan kebutuhan nutrisi lainnya tidak terpenuhi dengan optimal. Dari hasil analisis tersebut, dapat disarankan untuk membuat sebuah formula ransum minimal terdiri atas 3 jenis pakan agar dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dengan optimal dan seimbang.

Rataan persentase pemenuhan kebutuhan nutrisi hewan broiler pada Proporsi 1 optimal saat ukuran populasi adalah 80 individu, dengan ukuran kromosom, nilai peluang rekombinasi, dan nilai peluang mutasi yang telah ditentukan pada Percobaan 1 secara berturut-turut adalah 6 gen, 0.7, dan 0.0125. Rataan persentase yang dicapai untuk pemenuhan kebutuhan EM sebesar 100.03%, pemenuhan kebutuhan protein sebesar 98.74%, pemenuhan kebutuhan *lysine* sebesar 117.35%, pemenuhan kebutuhan *methionine+cystine* sebesar 96.58%, pemenuhan kebutuhan kalsium sebesar 29.27%, dan pemenuhan kebutuhan fosfor sebesar 38.29%.



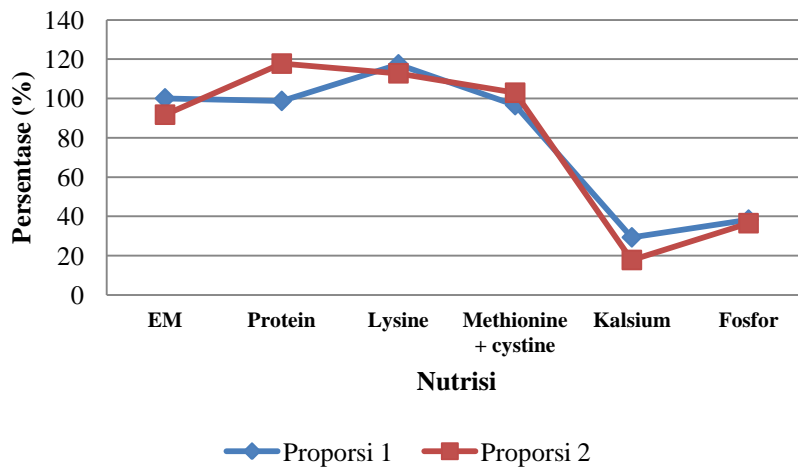
Gambar 16 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan kalsium hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2



Gambar 17 Grafik rata-rata persentase pemenuhan kebutuhan fosfor hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 2

Pemenuhan kebutuhan kalsium dan fosfor dalam formula ransum yang dihasilkan tidak mencapai 100%. Hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan jenis suplemen sebagai sumber mineral di luar formula ransum yang dihasilkan oleh Algoritme Genetika. Suplemen umum diberikan pada hewan ternak untuk memenuhi kebutuhan nutrisi yang sulit dipenuhi dengan formula ransum. Suplemen yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalsium dan fosfor adalah *calcium phosphate*.

Perbandingan pemenuhan kebutuhan nutrisi broiler umur 0-8 minggu pada Proporsi 1 dan Proporsi 2 menggunakan parameter-parameter Algoritme Genetika yang menghasilkan solusi optimal pada Proporsi 1 ditunjukkan pada Gambar 18. Pemenuhan kebutuhan EM menggunakan Proporsi 1 lebih baik dari pada menggunakan Proporsi 2. Hal ini sesuai dengan tujuan dari mengalokasikan jenis



Gambar 18 Perbandingan pemenuhan kebutuhan nutrisi hewan ternak broiler umur 0-8 minggu untuk Proporsi 1 dan Proporsi 2 pada ukuran populasi 80 individu

pakan yang merupakan sumber energi sebesar 50% dari total bobot formula ransum agar pemenuhan kebutuhan energi dapat dioptimalkan.

Contoh kasus dalam mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas dapat dilihat pada jenis hewan broiler umur 3 minggu yang memiliki kebutuhan nutrisi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Setelah dimasukkan *input* jenis hewan ternak “Broilers” dan umur hewan ternak 3 minggu ke dalam sistem lalu proses Algoritme Genetika dilakukan, diperoleh *output* berupa formula ransum yang paling optimal dalam memenuhi kebutuhan nutrisi ternak tersebut. *Output* formula ransum yang diperoleh dan kandungan nutrisinya ditunjukkan pada Tabel 3. Formula ransum yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk menyusun formula ransum yang memenuhi kebutuhan nutrisi ternak broiler umur 3 minggu. Proses perhitungan nilai *fitness* dari contoh tersebut dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 2 Kebutuhan nutrisi ternak broiler umur 3 minggu

Nutrisi	Kebutuhan Nutrisi dalam 1 kg Formula Ransum
EM	3200.00 kkal/kg
Protein	200.00 gram
Lysine	10.00 gram
Methionine+cystine	7.20 gram
Kalsium	9.00 gram
Fosfor	3.50 gram

Tabel 3 Formula ransum untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak broiler umur 3 minggu

Nutrisi	Corn-grain 500 gram	Rice Bran 100 gram	Rice Bran 100 gram	Sor- ghum – grain 100 gram	Fish Herring 100 gram	Feathers – dehy drated 100 gram	Total
EM	1675.00	298.00	298.00	321.20	319.00	283.00	3194.20
Protein	42.50	12.9	12.90	11.00	72.30	63.60	215.20
Lysine	1.30	0.59	0.59	0.22	5.47	3.28	11.45
Methionine +cystine	1.80	0.53	0.53	0.26	2.88	1.66	7.66
Kalsium	0.10	0.07	0.07	0.04	2.29	1.23	3.80
Fosfor	0.40	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.84
Harga	1500	160	160	250	400	400	2870

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian yang dilakukan telah berhasil membuat sebuah sistem yang menghasilkan *output* berupa variasi formula ransum yang optimal dalam memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dan mengoptimalkan harga minimum. Penelitian ini juga telah berhasil menerapkan Algoritme Genetika sebagai teknik optimasi untuk menyelesaikan masalah formulasi ransum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan ukuran kromosom 6 gen, Algoritme Genetika mencapai rata-rata persentase pemenuhan nutrisi hewan ternak broiler yang paling optimal pada saat nilai peluang rekombinasi 0.7, ukuran populasi 80, sehingga nilai peluang mutasi yang digunakan adalah 0.0125, dan maksimum generasi adalah 2.5 kali ukuran populasi, yaitu 200. Hasil penelitian juga menunjukkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dengan optimal dan seimbang dalam 1 kg formula ransum, sebuah formula ransum minimal terdiri atas 3 jenis pakan.

Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi, antara lain:
Mengintegrasikan metode Algoritme Genetika dengan metode optimasi lain, seperti metode Fuzzy untuk memperkecil kemungkinan Algoritme Genetika mencapai konvergen yang terlalu cepat.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- 2 Pengembangan aplikasi agar proporsi tiap jenis pakan dalam sebuah formula ransum bisa lebih merepresentasikan penggunaan nyata suatu pakan dalam formula ransum.
- 3 Mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas dalam sehari. Penelitian yang telah dilakukan hanya mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi ternak unggas dalam 1 kg formula ransum.

DAFTAR PUSTAKA

- Cox E. 2005. *Fuzzy Modeling and Genetic Algorithms for Data Mining and Exploration*. San Francisco (US): Morgan Kaufmann Publishers.
- [DJPKH] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian. 2012. Pedoman umum pengembangan lumbung pakan ruminansia TA 2012 [Internet]. [diunduh 2012 Nov 17]. Tersedia pada: <http://www.deptan.go.id/pedum2012/PETERNAKAN/4.2.%20Pedum%20LP%20Ruminansia.pdf>.
- Hillier FS, Lieberman GJ. 2005. *Introduction to Operation Research*. Ed ke-8. New York (US): McGraw-Hill International Edition.
- [NRC] National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. Ed ke-9. Washington DC (US): National Academy Press.
- Rahman RA, Chooi-Leng A, Ramli R. 2010. Investigating feed mix problem approaches: an overview and potential solution [Internet]. [diunduh 2012 Nov 1]; 46. Tersedia pada: <https://www.waset.ac.nz/journals/waset/v46/v46-86.pdf>.
- Simawan T, Kusumadewi S. 2007. Aplikasi algoritma genetika untuk penentuan komposisi bahan pangan harian. Di dalam: *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*; 2007 Jun 16: Yogyakarta, Indonesia.hlm L73-L77.
- Wasthy K, Goldberg D, Kendall G. 2005. Genetic Algorithms. *Search Methodologies*. 2005(1):97-125. doi: 10.1007/0-387-28356-0_4.
- Wardhani LK, Safrizal M, Chairri A. 2011. Optimasi komposisi bahan pakan ikan air tawar menggunakan metode multi-objective genetic algorithm. Di dalam: *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2011 (SNATI 2011)* [Internet]; 2011 Jun 17-18; Yogyakarta, Indonesia. [diunduh 2012 Nov 17]. Tersedia pada: <http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/view/2182/2008>
- [WARINTEK] Warung Informasi Teknologi Kementerian Negara Riset dan Teknologi. 2000. Pakan ternak [Internet]. [diunduh 2012 Nov 1]. Tersedia pada: http://www.warintek.ristek.go.id/peternakan/Pakan/pakan_ternak.pdf

Lampiran 1 Daftar kebutuhan nutrisi ternak unggas

Jenis Hewan	Umur / fase	EM	Protein	Arginine	Glycine +Serine	Histidine
	Minggu	kcal	gram	gram	gram	gram
White-Egg-Laying Strains	0-6	2850	180	10.00	7.00	2.60
	6-12	2850	160	8.30	5.80	2.20
	12-18	2900	150	6.70	4.70	1.70
	18-First Egg	2900	170	7.50	5.30	2.00
Brown-Egg-Laying Strains	0-6	2800	170	9.40	6.60	2.50
	6-12	2800	150	7.80	5.40	2.10
	12-18	2850	140	6.20	4.40	1.60
	18-First Egg	2850	160	7.20	5.00	1.80
Broilers	0-3	3200	230	12.50	12.50	3.50
	3-6	3200	200	11.00	11.40	3.20
	6-8	3200	180	10.00	9.70	2.70
Growing Turkey	0-4	2800	280	16.00	10.00	5.80
	4-8	2900	260	14.00	9.00	5.00
	8-12	3000	220	11.00	8.00	4.00
	12-16	3100	190	9.00	7.00	3.00
	16-20	3200	165	7.50	6.00	2.50
	20-24	3300	140	6.00	5.00	2.00
Breeding Turkey	Holding	2900	120	5.00	4.00	2.00
	Laying Hens	2900	140	6.00	5.00	3.00
Geese	0-4	2900	200	12.50	12.50	3.50
	after 4	3000	150	11.00	11.40	3.20
	Breeding	2900	150	10.00	9.70	2.70
White Pekin Ducks	0-2	2900	220	11.00	12.50	3.50
	2-7	3000	160	10.00	11.40	3.20
	Breeding	2900	150	0.00	9.70	2.70
Ring-Necked Peasant	0-4	2800	280	16.00	18.00	5.80
	4-8	2800	240	14.00	15.50	5.00
	9-17	2700	180	10.00	10.00	3.50
	Breeding	2800	150	6.00	5.00	3.00
Japanese Quail (Coturnix)	Starting growing	2900	240	12.50	11.50	3.60
	Breeding	2900	200	12.60	11.70	4.20
Bobwhite Quail	0-6	2800	260	16.00	10.00	5.80
	after 6	2800	200	14.00	9.00	5.00
	Breeding	2800	240	6.00	5.00	3.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1 Lanjutan

Jenis Hewan	Umur / fase	Isoleu- cine	Leu- cine	Ly- sine	Methionine +Cystine	Phenylalanine +Tyrosine
	Minggu	gram	gram	gram	gram	gram
White-Egg-Laying Strains	0-6	6.00	11.00	8.50	6.20	10.00
	6-12	5.00	8.50	6.00	5.20	8.30
	12-18	4.00	7.00	4.50	4.20	6.70
	18-First Egg	4.50	8.00	5.20	4.70	7.50
Brown-Egg-Laying Strains	0-6	5.70	10.00	8.00	5.90	9.40
	6-12	4.70	8.00	5.60	4.90	7.80
	12-18	3.70	6.50	4.20	3.90	6.30
	18-First Egg	4.20	7.50	4.90	4.40	7.00
Broilers	0-3	8.00	12.00	11.00	9.00	13.40
	3-6	7.80	10.90	10.00	7.20	12.20
	6-8	6.20	9.30	8.50	6.00	10.40
Growing Turkey	0-4	11.00	19.00	16.00	10.50	10.80
	4-8	10.00	17.50	15.00	9.50	16.00
	8-12	8.00	15.00	13.00	8.00	12.00
	12-16	6.00	12.50	10.00	6.50	10.00
	16-20	5.00	10.00	8.00	5.50	9.00
	20-24	4.50	8.00	6.50	4.50	9.00
Breeding Turkey	Holding	4.00	5.00	5.00	4.00	8.00
	Laying Hens	5.00	5.00	6.00	4.00	10.00
Geese	0-4	8.00	12.00	10.00	9.00	13.40
	after 4	7.80	10.90	8.50	7.20	12.20
	Breeding	6.20	9.30	6.00	6.00	10.40
White Pekin Ducks	0-2	6.30	12.60	9.00	7.00	13.40
	2-7	4.60	9.10	6.50	5.50	12.20
	Breeding	3.80	7.60	6.00	5.00	10.40
Ring-Necked Peasant	0-4	11.00	19.00	15.00	10.00	10.80
	4-8	10.00	17.50	14.00	9.30	16.00
	9-17	7.00	13.75	8.00	6.00	11.00
	Breeding	5.00	5.00	6.80	6.00	10.00
Japanese Quail (Coturnix)	Starting growing	9.80	16.90	13.00	7.50	18.00
	Breeding	9.00	14.20	10.00	7.00	14.00
Bobwhite Quail	0-6	11.00	19.00	16.00	10.00	10.80
	after 6	10.00	17.50	15.00	7.50	16.00
	Breeding	5.00	5.00	6.00	9.00	10.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1 Lanjutan

Jenis Hewan	Umur / fase	Threo- nine	Trypto- phan	Valine	Kalsium	Fosfor
	Minggu	gram	gram	gram	gram	gram
White-Egg-Laying Strains	0-6	6.80	1.70	6.20	9.00	4.00
	6-12	5.70	1.40	5.20	8.00	3.50
	12-18	3.70	1.10	4.10	8.00	3.00
	18-First Egg	4.70	1.20	4.60	20.00	3.20
Brown-Egg-Laying Strains	0-6	6.40	1.60	5.90	9.00	4.00
	6-12	5.30	1.30	4.90	8.00	3.50
	12-18	3.50	1.00	3.80	8.00	3.00
	18-First Egg	4.40	1.10	4.30	18.00	3.50
Broilers	0-3	8.00	2.00	9.00	10.00	4.50
	3-6	7.40	1.80	8.20	9.00	3.50
	6-8	6.80	1.60	7.00	8.00	3.00
Growing Turkey	0-4	10.00	2.60	12.00	12.00	6.00
	4-8	9.50	2.40	11.00	10.00	5.00
	8-12	8.00	2.00	9.00	8.50	4.20
	12-16	7.50	1.80	8.00	7.50	3.80
	16-20	6.00	1.50	7.00	6.50	3.20
	20-24	5.00	1.30	6.00	5.50	2.80
Breeding Turkey	Holding Laying Hens	4.00	1.00	5.00	5.00	2.50
		4.50	1.30	5.80	22.50	3.50
Geese	0-4	8.00	2.00	9.00	6.50	3.00
	after 4	7.40	1.80	8.20	6.00	3.00
	Breeding	6.80	1.60	7.00	22.50	3.00
White Pekin Ducks	0-2	8.00	2.30	7.80	6.50	4.00
	2-7	7.40	1.70	5.60	6.00	3.00
	Breeding	6.80	1.40	4.70	27.50	0.00
Ring-Necked Peasant	0-4	10.00	2.60	12.00	10.00	5.50
	4-8	9.50	2.40	11.00	8.50	5.00
	9-17	7.75	1.90	8.50	5.30	4.50
	Breeding	4.50	1.30	5.80	25.00	4.00
Japanese Quail (Coturnix)	Starting growing	10.20	2.20	9.50	8.00	3.00
	Breeding	7.40	1.90	9.20	25.00	3.50
Bobwhite Quail	0-6	10.00	2.60	12.00	6.50	4.50
	after 6	9.50	2.40	11.00	6.50	3.00
	Breeding	4.50	1.30	5.80	24.00	7.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Daftar jenis bahan pakan

Kode	Jenis Bahan Pakan	EM	Protein	Argi- nine	Glycine +Serine
		kkal	gram	gram	gram
	Corn				
1	gluten, meal 60% protein	372.00	62.00	1.82	4.63
2	Grain	335.00	8.50	0.38	0.70
3	grits by-product (hominy feed)	289.60	10.40	0.47	0.90
4	gluten with bran (corn gluten feed)	175.00	21.00	1.01	1.79
	Sorghum				
5	grain, 8-10% protein	328.80	8.80	0.35	0.71
6	grain, more than 10% protein	321.20	11.00	0.35	0.77
	Soybean				
7	seeds without bulls	244.00	48.50	3.48	4.53
8	seeds, meal solvent extracted	223.00	44.00	3.14	4.19
9	seeds, heat processed	330.00	37.00	2.59	3.42
10	flour by-product (soybean mill feed)	72.00	13.30	0.94	0.40
	Rice				
11	grain, polished and broken (brewer's rice)	299.00	8.70	0.74	0.94
12	Polishing	309.00	12.20	0.78	2.07
13	bran with germ (rice bran)	298.00	12.90	0.96	1.29
14	Pea-seeds	257.00	23.80	2.23	2.08
15	Oats-grain	255.00	11.40	0.79	0.90
16	Barley-grain	264.00	11.00	0.52	0.90
	Fish				
17	Anchovy-meal mechanically extracted	258.00	64.20	3.81	6.19
18	Herring-meal mechanically extracted	319.00	72.30	4.21	7.05
19	Menhaden-meal mechanically extrated	282.00	60.05	3.68	6.83
	Poultry				
20	by-product, meal rendered (viscera with feet&heads)	295.00	60.00	3.94	8.88
21	feather, meal hydrolyzed	236.00	81.00	5.57	14.65
	Blood				
22	meal, vat dried	283.00	81.10	3.63	7.73
23	meal, spray or ring dried	342.00	88.90	3.62	8.20
	Feathers				
24	solubles, condensed	146.00	31.50	1.61	4.24
25	solubles, dehydrated	283.00	63.60	2.78	7.91

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Lanjutan

Kode	Histi- dine gram	Isoleu- cine gram	Leucine gram	Lysine gram	Methionine +Cystine gram	Phenylalanine +Tyrosine gram
1	1.20	2.45	10.04	1.03	2.59	6.63
2	0.23	0.29	1.00	0.26	0.36	0.68
3	0.20	0.40	0.84	0.40	0.26	0.84
4	0.71	0.65	1.89	0.63	0.96	1.35
5	0.22	0.35	1.14	0.21	0.33	0.81
6	0.23	0.43	1.37	0.22	0.26	0.69
7	1.28	2.12	3.74	2.96	1.39	4.29
8	1.17	1.96	3.39	2.69	1.28	4.07
9	0.99	1.56	2.75	2.25	1.07	3.12
10	0.18	0.40	0.57	0.48	0.31	0.60
11	0.26	0.37	0.74	0.43	0.43	0.81
12	0.24	0.41	0.80	0.57	0.32	1.09
13	0.35	0.45	0.91	0.59	0.53	1.02
14	0.59	0.97	1.65	1.68	0.57	1.83
15	0.24	0.52	0.89	0.50	0.40	1.12
16	0.27	0.37	0.76	0.40	0.42	0.91
17	1.59	3.06	4.98	5.07	2.60	4.97
18	1.74	3.23	5.46	5.47	2.88	5.07
19	1.42	2.28	4.16	4.51	2.20	4.01
20	1.07	2.16	3.99	3.10	1.97	3.97
21	0.95	3.91	6.94	2.28	4.91	5.42
22	3.52	0.95	10.53	7.05	1.07	7.73
23	5.33	0.98	11.32	7.88	2.12	8.48
24	1.56	1.06	1.86	1.73	0.80	1.33
25	2.18	1.95	3.16	3.28	1.66	2.26

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Lanjutan

Kode	Threonine gram	Tryptophan gram	Valine gram	Kalsium Gram	Fosfor gram	Harga Rp/kg
1	2.00	0.36	2.78	0.00	0.14	5000
2	0.29	0.06	0.40	0.02	0.08	3000
3	0.40	0.10	0.49	0.05	0.00	2000
4	0.89	0.10	0.05	0.40	0.00	4000
5	0.29	0.08	0.44	0.04	0.00	2500
6	0.33	0.09	0.54	0.04	0.00	2500
7	1.87	0.74	2.22	0.27	0.22	5500
8	1.72	0.74	2.07	0.29	0.27	6000
9	1.41	0.51	1.65	0.25	0.00	5500
10	0.30	0.10	0.37	0.37	0.00	5500
11	0.36	0.10	0.54	0.08	0.08	3000
12	0.40	0.13	0.76	0.05	0.14	3000
13	0.48	0.12	0.68	0.07	0.22	1600
14	0.84	0.18	1.10	0.11	0.00	3000
15	0.43	0.16	0.68	0.06	0.05	5000
16	0.37	0.14	0.52	0.03	0.17	5000
17	2.82	0.78	3.46	3.73	0.00	4000
18	3.07	0.83	3.90	2.29	0.00	4000
19	2.46	0.49	2.77	5.11	0.00	4000
20	2.17	0.37	2.87	3.00	0.00	5000
21	3.81	0.55	5.93	0.33	0.00	4000
22	3.15	1.29	7.28	0.55	0.00	5000
23	3.92	1.35	7.53	0.41	0.00	5000
24	0.86	0.31	1.16	0.30	0.00	4000
25	1.35	0.51	2.22	1.23	0.00	4000

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Lampiran 2 Lanjutan

Kode	Jenis Bahan Pakan	EM kkal	Protein gram	Argi- nine gram	Glycine +Serine gram
	Peanut				
26	kernel, meal solvent extracted	220.00	50.70	5.33	4.92
27	kernels, meal mechanically extracted (expeller)	250.00	42.00	4.35	4.01
	Cotton				
28	seeds, meal Prepressed solvent extracred, 44% protein	185.70	44.70	4.59	3.44
29	seeds, meal prepressed solvent extracted, 41% protein	240.00	41.40	4.66	3.47
30	seeds, meal mechanically extracted (expeller)	232.00	40.90	4.35	3.37
	Sunflower				
31	seeds, meal solvent extracted	154.30	32.00	2.30	1.00
32	seeds without bulls	232.00	45.40	2.85	3.52
33	seeds, meal mechanically extracted (expeller)	221.00	43.80	4.68	3.76
34	Cattle-skim milk, dehydrated	253.70	36.10	1.21	2.78
	Meat				
35	meal rendered	219.50	54.40	3.73	7.90
36	with bone, meal rendered	215.00	50.40	3.28	8.85
	Wheat				
37	flour by-product, <9.5% fiber (wheat middlings)	200.00	15.00	1.15	1.38
38	flour by-product, <7% fiber (wheat shorts)	216.20	16.50	1.18	1.73
39	flour by-product, < 4% fiber (wheat red dog)	256.80	15.30	0.96	1.49
40	grain, hard red winter	290.00	14.10	0.60	1.18
41	grain, soft white winter	312.00	11.50	0.40	1.04
42	Brewer's Grains-dehydrated	208.00	25.30	1.28	1.89
43	Molasses-seeds, meal prepressed solvent extracted	200.00	38.00	2.08	3.35
	Alfalfa				
44	meal dehydrated, 20% protein	163.00	20.00	0.92	1.86
45	meal dehydrated, 17% protein	120.00	17.50	0.69	1.54
46	Coconut-kernels with coats (copra meal)	152.50	19.20	1.97	1.61
47	Yeast, Brewer's-dehydrated	199.00	44.40	2.19	2.09
48	Yeast, Torula-dehydrated	216.00	47.20	2.60	5.36

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Lanjutan

Kode	Histi- dine gram	Isoleu- cine gram	Leucine gram	Lysine gram	Methionine +Cystine gram	Phenylalanine +Tyrosine gram
26	1.07	1.55	2.97	2.54	1.18	4.21
27	0.87	1.27	2.42	1.26	0.97	3.44
28	1.10	1.33	2.43	1.71	1.14	3.35
29	1.10	1.33	2.41	1.76	1.13	3.37
30	1.07	1.31	2.23	1.59	1.14	3.29
31	0.55	1.00	1.60	1.00	1.00	1.15
32	0.87	1.43	2.22	1.24	1.44	2.57
33	0.99	1.51	2.68	0.91	1.94	3.41
34	1.03	1.83	3.59	2.80	9.29	3.58
35	1.30	1.60	3.32	3.00	1.41	2.54
36	0.96	1.54	3.28	2.61	1.38	3.01
37	0.37	0.58	1.07	0.69	0.53	1.09
38	0.45	0.58	1.09	0.79	0.63	1.14
39	0.41	0.55	1.06	0.59	0.60	1.12
40	0.31	0.44	0.89	0.37	0.51	1.03
41	0.20	0.42	0.59	0.31	0.37	0.84
42	0.57	1.44	2.48	0.90	0.96	2.64
43	0.93	1.37	2.47	1.94	1.58	2.53
44	0.34	0.88	1.30	0.87	0.56	1.44
45	0.57	0.67	1.19	0.73	0.43	1.62
46	0.36	0.63	1.18	0.50	0.56	1.32
47	1.07	2.14	3.19	3.23	1.20	3.30
48	1.40	2.90	3.50	3.80	1.40	5.10

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University



Lampiran 2 Lanjutan

Kode	Threonine gram	Tryptophan gram	Valine gram	Kalsium gram	Fosfor gram	Harga Rp/kg
26	1.24	0.48	1.87	0.20	0.00	1500
27	1.01	0.39	1.53	0.16	0.00	1500
28	1.32	0.47	1.88	0.15	0.37	2000
29	1.34	0.52	1.82	0.15	0.22	2000
30	1.30	0.50	1.84	0.20	0.00	2000
31	1.05	0.45	1.60	0.21	0.14	2000
32	1.29	0.41	1.74	0.37	0.16	2000
33	1.40	0.62	1.91	1.99	0.34	2000
34	1.59	0.50	2.28	1.28	1.02	7500
35	1.74	0.36	2.30	8.27	0.00	5000
36	1.74	0.27	2.36	10.30	0.00	5000
37	0.49	0.20	0.71	0.12	0.30	3500
38	0.60	0.21	0.83	0.09	0.00	3500
39	0.50	0.23	0.72	0.04	0.14	3500
40	0.39	0.16	0.57	0.05	0.13	3500
41	0.32	0.12	0.44	0.05	0.00	3500
42	0.96	0.34	1.66	0.29	0.00	3500
43	1.53	0.44	1.76	0.68	0.30	1600
44	0.76	0.33	0.97	1.67	0.00	1500
45	0.69	0.23	0.84	1.44	0.22	1500
46	0.58	0.12	0.91	0.17	0.00	2500
47	2.06	0.49	2.32	0.12	1.40	400
48	2.60	0.50	2.9	0.58	1.67	100

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 3 Proses perhitungan nilai *fitness*

Nutrisi	Corn-grain 500 gram	Rice Bran 100 gram	Rice Bran 100 gram	Sor- ghum - grain 100 gram	Fish Herring 100 gram	Feathers – dehy- drated 100 gram	Total (a)
EM	1675.00	298.00	298.00	321.20	319.00	283.00	3194.20
Protein	42.50	12.90	12.90	11.00	72.3	63.60	215.20
Arginine	1.90	0.96	0.96	0.35	4.21	2.78	11.16
Glycine							
+Serine	3.50	1.29	1.29	0.77	7.05	7.91	21.81
Histidine	1.15	0.35	0.35	0.23	1.74	2.18	6.00
Isoleu- cine	1.45	0.45	0.45	0.43	3.23	1.95	7.96
Leucine	5.00	0.91	0.91	1.37	5.46	3.16	16.81
Lysine	1.30	0.59	0.59	0.22	5.47	3.28	11.45
Methio- nine							
+cystine	1.80	0.53	0.53	0.26	2.88	1.66	7.66
Phenilala- nine							
+tyrosine	3.40	1.02	1.02	0.69	5.07	2.26	13.46
Threo- nine	1.45	0.48	0.48	0.33	3.07	1.35	7.16
Trypto- phan	0.30	0.12	0.12	0.09	0.83	0.51	1.97
Valine	2.00	0.68	0.68	0.54	3.90	2.22	10.02
Kalsium	0.10	0.07	0.07	0.04	2.29	1.23	3.80
Fosfor	0.40	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.84
Harga	1500	160	160	250	400	400	2870

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 3 Lanjutan

Nutrisi	Total (a)	Kebutuhan Broiler umur 3 minggu (b)	Selisih Pemenuhan Nutrisi (a-b)
EM	3194.20	3200.00	5.80
Protein	215.20	215.00	0.20
Arginine	11.16	11.75	0.59
Glycine+Serine	21.81	11.95	9.86
Histidine	6.00	3.35	2.65
Isoleucine	7.96	7.90	0.06
Leucine	16.81	11.45	5.36
Lysine	11.45	10.50	0.95
Methionine+cystine	7.66	8.10	0.44
Phenilalanine+tyrosine	13.46	12.80	0.66
Threonine	7.16	7.70	0.54
Tryptophan	1.97	1.90	0.07
Valine	10.02	8.60	1.42
Kalsium	3.80	9.50	5.70
Fosfor	0.84	4.00	3.16
Total Selisih			37.46
Harga			2870

$$f_1(x) = \frac{1}{37.46 + 0.01} = 0.02669$$

$$f_2(x) = \left(\frac{1}{2870} \right) = 0.00035$$

$$f(x) = 0.02669 + 0.00035 = 0.02704$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 Antarmuka sistem formulasi ransum ternak unggas

Hewan

Broilers

Umur

3 Minggu

Atau

Fase

--fase hewan--

Formulasi

Formula pakan terbaik dengan nilai fitness 0.026228

Pakan	Komposisi	Harga (Rp)
Corn-grain	500 gram	1500
Rice-polishings	100 gram	300
Rice-bran with germ (rice bran)	100 gram	160
Fish_Menhaden-meal mechanically extrated	100 gram	400
Fish_Herring-meal mechanically extrated	100 gram	400
Wheat-grain_soft white winter	100 gram	350
		3110

Kebutuhan Nutrisi Ternak Per Hari dalam 1 kg Formula Ransum

Energi Metabolisme	3200.00	kkal
Protein	215.00	gram
Asam Amino		
Arginine	11.75	gram
Glycine+serine	11.95	gram
Histidine	3.35	gram
Isoleucine	7.90	gram
Leucine	11.45	gram
Lysine	10.50	gram
Methionine+cystine	8.10	gram
Phenilalanine+tyrosine	12.80	gram
Threonine	7.70	gram
Tryptophan	1.90	gram
Valine	8.60	gram
Kalsium	9.50	gram
Fosfor	4.00	gram

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dumai pada tanggal 20 Mei 1991 dari ayah Nurul Hidayat dan ibu Riskiyah Utami. Penulis adalah putri kedua dari tiga bersaudara. Tahun 2009 penulis lulus dari SMA Negeri 3 Bogor dan pada tahun yang sama penulis lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Ujian Talenta Mandiri dan diterima di Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi asisten praktikum Algoritme dan Pemrograman pada tahun ajaran 2011/2012, asisten praktikum Komputer Grafik pada tahun ajaran 2012/2013, asisten praktikum *Data Mining* pada tahun ajaran 2012/2013, dan asisten praktikum *Data Mining* Program Alih Jenis pada tahun ajaran 2012/2013. Bulan Juni–Agustus 2012 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT Rajawali Citra Televisi Indonesia (PT RCTI) Jakarta dengan judul Sistem Informasi *Rating* dan *Share* Program TV.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.