

SELEKSI TANAMAN UMBI-UMBIAN
BERDASAR ZAT KIMIA LAHAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIK
(STUDI KASUS:DI KABUPATEN BANTUL)

Yuliani Indrianingsih
Departemen Informatika
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Jln. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
Email : yulistta@gmail.com

Abstract

This study aims to improve the economic value of farmers' land in the district of Bantul, so that the land has a higher economic value with the appropriate plants. Many farmers are still using self-learning and experience from generation to generation in determining the pattern of plant species, so that the harvest not optimal. So we need a system that can help farmers to determine the type of tuber plants suitable for chemical substances land. The research was conducted in Bantul District for data collection in the field. The results of data collection in the field can be a benchmark for the decision of farmers to determine the type of tuber plants to be planted based on the criteria of soil nutrition. Criteria is a barometer determining the type of tuber is KTK, O, Ca, C / N, Magnesium, Carbon. This research uses genetic algorithm. The results showed that the best tuber plant rank in Bantul Regency was the first rank of red onion, followed by garut bulbs, sweet potato and root talas. Genetic algorithm can be applied for tuber selection in Bantul regency, but has a weakness because it is probabilistic.

Keywords : Selection, tubers, genetic algorithm

1. Pendahuluan

Ketahanan pangan Indonesia tergolong rawan mengingat areal yang diperuntukkan tanaman pangan sangat terbatas. Oleh karenanya, pemerintah harus mengambil langkah-langkah strategis guna mewujudkan ketahanan pangan.

Salah satunya adalah penentuan jenis tanaman umbi-umbian berdasarkan kandungan zat kimia lahan. Tanaman umbi-umbian merupakan tanaman kedua, setelah padi, meliputi ubi ketela pohon, ubi jalar, ubi garut, ubi talas, ubi kimpul. Sedangkan umbi dapat digolongkan menjadi 3 golongan yaitu umbi akar, umbi lapis, dan umbi batang. Tanaman ini mempunyai nilai ekonomis selain tanaman padi yang banyak ditanam petani. Penentuan jenis tanaman umbi-umbian ini akan sangat bermanfaat bagi masyarakat umum khususnya yang berprofesi sebagai petani, karena dengan adanya sistem ini, maka petani dapat menentukan jenis tanaman umbi-umbian yang cocok untuk ditanam dilahan mereka.

Kabupaten Bantul Propinsi DIY mempunyai sebanyak 17 Kecamatan yang tersebar, ibukotanya adalah Bantul. Moto Kabupaten ini adalah Projotamansari singkatan dari Produktif-Profesional, Ijo royo royo, Tertib, Aman, Sehat, dan Asri. Kabupaten ini berbatasan dengan Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman di utara, Kabupaten Gunung Kidul di timur, Samudra Hindia di selatan, serta Kabupaten Kulon Progo di barat. Wilayah timur banyak dijumpai lahan kering diantara perbukitan.

Beriklim tropis dengan cuaca panas sebagai ciri khasnya. Berdasarkan data dari Dinas Kependudukan Kabupaten Bantul luas daerah di Kabupaten Bantul adalah 50.6785 Ha dan sebagian besar penduduknya adalah petani.

Usaha-usaha konservasi yang selama ini dilakukan di sebagian wilayah Kabupaten Bantul antara lain dengan menanam tanaman tahunan, tanaman makanan ternak, tanaman umbi-umbian, tanaman jagung yang banyak dijumpai di lahan tersebut. Tindakan yang lain melakukan perbaikan

agar lahan dapat kembali menjadi produktif. Sistem konservasi memang cocok untuk lahan yang kering, tetapi untuk pergiliran tanaman apa yang cocok untuk lahan tersebut masih bersifat turun temurun atau hal yang biasa dilakukan. Untuk mengurangi resiko kegagalan di lahan kering, sangat dianjurkan melakukan pola aneka usaha tani secara terpadu.

Berdasarkan hal tersebut di atas, akan dibuat sistem untuk seleksi jenis tanaman umbi-umbian pada lahan kering pertanian. Penentuan jenis tanaman ini akan sangat bermanfaat bagi masyarakat petani, karena dengan adanya sistem ini petani dapat menentukan jenis tanaman yang cocok untuk ditanam di lahan kering pertanian sehingga dapat memperbaiki kesejahteraan petani.

2. Landasan Teori

Algoritma genetika berangkat dari himpunan solusi yang dihasilkan secara acak yang disebut populasi. Sedangkan setiap individu dalam populasi disebut kromosom yang merupakan representasi dari solusi dan masing-masing dievaluasi tingkat ketanggguhannya (*fitness*) oleh fungsi yang telah ditentukan. Melalui proses seleksi alam atas operator genetik, gen-gen dari dua kromosom (disebut *parent*) diharapkan akan menghasilkan kromosom baru dengan tingkat *fitness* yang lebih tinggi sebagai generasi baru atau keturunan (*offspring*) berikutnya. Kromosom-kromosom tersebut akan mengalami iterasi yang disebut generasi (*generation*). Pada setiap generasi, kromosom dievaluasi berdasarkan nilai fungsi *fitness* (Gen dan Cheng, 2000). Setelah beberapa generasi maka algoritma genetika akan konvergen dapat kromosom terbaik, yang merupakan solusi optimal (Goldberg, 1989).

Individu yang lebih kuat akan memiliki tingkat *survival* dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang *fit*. Pada kurun waktu tertentu (sering dikenal istilah generasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organisme yang *fit*.

Algoritma genetika berbeda dengan teknik pencarian konvensional, dimana dimulai dengan suatu inisial solusi acak yang disebut populasi. Masing-masing

individu di dalam populasi disebut kromosom. Kromosom adalah simbol-simbol string biasanya *binary* string. Solusi dari satu populasi diambil dan digunakan untuk membentuk populasi baru. Ini dimotivasi oleh harapan, dimana populasi baru akan lebih baik dari populasi yang lama. Solusi yang terpilih untuk membentuk keturunan baru (*offspring*) berdasarkan nilai *fitness*-nya. Semakin baik nilainya, maka semakin besar pula kesempatannya untuk diproduksi.

2.1 Metode Seleksi

Seleksi bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar lagi kepada anggota populasi yang paling *fit*. Langkah pertama seleksi adalah mencari nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam satu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung dari nilai objektif dirinya sendiri terhadap nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai *fitness* inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap seleksi berikutnya.

Ada beberapa macam metode seleksi, antara lain sebagai berikut :

1. *Rank-based fitness assignment*
Seleksi rangking terlebih dulu merangking atau mengurutkan kromosom di dalam populasi berdasarkan *fitness*-nya kemudian memberi nilai *fitness* baru bernilai 1, terburuk kedua bernilai 2 dan seterusnya, sehingga kromosom yang memiliki *fitness* terbaik akan memiliki *fitness*-nya N, dimana N adalah jumlah kromosom di dalam populasi.
2. *Roulette wheel selection*
Pada metode *Roulette wheel selection*, *parent* dipilih berdasarkan nilai *fitness*-nya, semakin baik nilai *fitness*-nya maka semakin besar kemungkinannya untuk terpilih.
3. *Stochastic universal sampling*
Stochastic universal sampling memiliki nilai bias nol dan penyebaran yang minimum. Pada metode ini, individu-individu dipetakan dalam suatu segmen garis secara berurutan hingga tiap-tiap segmen individu memiliki ukuran yang sama dengan ukuran *fitness*-nya

menyimpan cadangan makanan bagi tanaman tersebut. Contoh umbi batang yaitu tanaman kentang, tanaman talas dan tanaman sente.

- b. Umbi Akar. Umbi akar terbentuk karena perkembangan akar yang membesar, karena penumpukan nutrisi dalam waktu tertentu untuk cadangan makanan pada tanaman tersebut. Contoh umbi akar yaitu tanaman singkong, tanaman kimpul, tanaman garut, tanaman wortel dan tanaman ubi jalar.
- c. Umbi Lapis. Umbi lapis salah satu umbi yang berlapis-lapis. Umbi ini biasanya ujungnya bersatu dengan daun dan pangkalnya dengan akar. Contoh umbi lapis yaitu tanaman bawang merah dan bawang bombay.

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan observasi langsung di wilayah 5 (lima) Kecamatan di Kabupaten Bantul, serta melakukan wawancara dengan Petugas BP3K Pertanian Kecamatan, yaitu proses komunikasi dan pengisian data tanaman. Pemilihan lokasi berdasar letak geografisnya, dengan struktur tanah yang berbeda. Dalam proses perhitungan ada beberapa kriteria tanaman yang akan digunakan, yaitu :

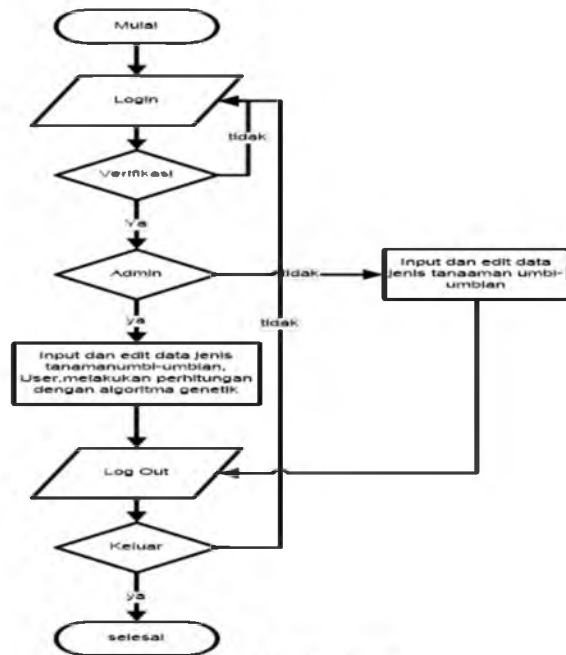
1. Kapasitas Tukar Kation (KTK)
2. Kejenuhan basa (KB)
3. PH H₂O
4. C/N
5. Fosfor (P)
6. Kalium (K)
7. Natrium (Na)
8. Kalsium (Ca)
9. Magnesium (Mg)
10. Carbon (C)

Dengan *rating* kecocokan pada setiap kriteria, dinilai dengan angka 1 – 5, dimana setiap angka memiliki predikat tersendiri yaitu :

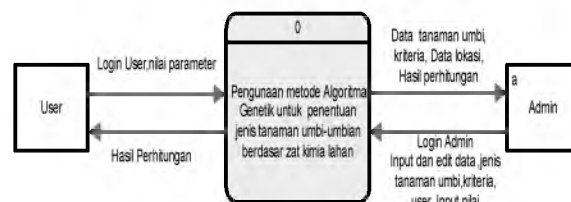
1. Sangat Kurang = 1.
2. Kurang = 2.
3. Cukup = 3.
4. Baik = 4.
5. Sangat Baik = 5.

Dari setiap penilaian yang telah dilakukan oleh Petugas BP3K Pertanian akan mengisi kriteria seperti di atas. Untuk langkah-

langkah pembuatan sistem dibuat tahapan penelitian menggunakan *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 1 Flowchart



Gambar 2 Diagram konteks

User melakukan login, dalam hal ini Petugas BP3K Kecamatan dapat mendaftar untuk menjadi *user* baru, melakukan *input* dan edit data. Sistem yang dibangun menggunakan algoritma genetik, tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Representasi (penyandian) kromosom. Teknik penyandian meliputi penyandian gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. Setiap gen merepresentasikan tanaman, dimana setiap tanaman mempunyai nilai yang merupakan jumlah total setiap kriteria tanaman yang dikalikan dengan bobot dari setiap kriteria. Bentuk representasi tanaman dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Representasi kromosom

Kriteria	Bobot	Tnm 01	Tnm 02	Tnm 03	Tnm 04
KTK	3	2	2	3	2
Kejenuhan Basa	4	4	1	1	5
PH H ₂ O	2	2	1	2	2
C/N	3	2	2	1	2
Posfor	1	1	1	1	1
Kalium	5	4	2	1	3
Natrium	1	1	1	1	1
Kalsium	3	3	1	1	2
Magnesium	2	2	1	1	2
Carbon	5	1	1	5	1

Dimana kode kromosom merupakan jenis tanaman umbi-umbian, yaitu jenis:

- Tanaman 01 = Bawang merah
- Tanaman 02 = Ubi jalar
- Tanaman 03 = Talas
- Tanaman 04 = Garut.

Rumus menghitung bobot dari masing-masing tanaman adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \sum(B_i * K_i)$$

Dimana :

- B_i = Bobot kriteria ke-i
- K_i = Kriteria ke-i

Perhitungan nilai untuk tanaman 01, tanaman 02, tanaman 03 dan tanaman 04 untuk data dan bobotnya,yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Nilai Tanaman 01} &= (6+16+4+6+1+20+1+9+4+5) \\ \text{Nilai Tanaman 01} &= 72 \end{aligned}$$

Tahap kedua yaitu membangkitkan populasi awal dan menghitung nilai *fitness* Inialisasi populasi awal dilakukan secara random sebanyak yang diinginkan dengan cara membangkitkan bilangan random dari 1 (satu) sampai jumlah kromosom/populasi pada setiap gen. Pada suatu proses dihasilkan populasi awal dengan jumlah populasi adalah 10, jenis tanaman 01 s.d 04 merupakan urutan kromosom 1 s.d 4. Pengevaluasian setiap kromosom didapat dari rata-rata jumlah total nilai semua tanaman yang dikalikan dengan bobotnya. Apabila ditulis dalam model matematis, maka hasilnya adalah :

$$\text{Fitness} = \frac{n * \text{Nilai}_n + (n-1) * \text{Nilai}_1 + \dots + \text{Nilai}_{n-1}}{n}$$

Dimana :

- Nilai_n = Nilai tanaman pada gen ke-0 (72)
- Nilai₁ = Nilai tanaman pada gen ke-1 (40)

Nilai₂ = Nilai tanaman pada gen ke-2 (57)

Nilai_{n-1} = Nilai tanaman pada gen terakhir)

n = Jumlah gen (4)

Untuk perhitungan nilai *fitness* populasi ke-1 yaitu :

$$\text{Fitness} = \frac{((4 * 57) + ((4 - 1) * 72) + ((4 - 2) * 40) + ((4 - 3) * 68))}{4}$$

$$\text{Fitness} = \frac{((4 * 57) + (3 * 72) + (2 * 40) + (1 * 68))}{4}$$

$$\text{Fitness} = \frac{((228) + (216) + (80) + (68))}{4}$$

$$\text{Fitness} = \frac{(592)}{4}$$

$$\text{Fitness} = 148$$

Tabel 2 Populasi awal

Populasi Ke-	Kromosom				<i>Fitness</i>
Populasi Ke - 0	3	1	2	4	148
Populasi Ke - 1	1	4	2	3	157,25
Populasi Ke - 2	4	3	2	1	148,75
Populasi Ke - 3	2	4	3	1	137,5
Populasi Ke - 4	4	3	1	2	156,75
Populasi Ke - 5	4	3	1	2	156,75
Populasi Ke - 6	2	4	1	3	141,25
Populasi Ke - 7	4	3	2	1	148,75
Populasi Ke - 8	1	2	4	3	150,25
Populasi Ke - 9	2	4	3	1	137,50

Tahap ketiga yaitu seleksi setelah proses inialisasi dan *fitness* dilakukan, maka langkah berikutnya adalah proses seleksi. Untuk proses seleksi digunakan metode seleksi Roda *Roulette (Roulette Selection)*. Sebelum proses seleksi dilakukan maka terlebih dahulu dihitung probabilitas *fitness* dan komulatif probabilitas *fitness* masing-masing kromosom.

Untuk perhitungan probabilitas *fitness* dengan masing-masing kromosom adalah :

$$P_k = \frac{F_k}{\text{TotFitness}}$$

Untuk perhitungan komulatif probabilitas *fitness* dengan masing-masing kromosom adalah :

$$q_1 = p_1$$

$$q_k = q_{k-1} + p_k;$$

Untuk nilai komulatif probabilitas *fitness* populasi ke-1, berdasarkan rumus $q_1 = p_1$, maka :

Kumulatif probabilitas *fitness* populasi ke-1 = 0,0998.

Tabel 3 Komulatif Probabilitas

Populasi Ke-	Kromosom				Fitness	Probabilitas Fitness	Kumulatif Probabilitas Fitness (C)
	3	1	2	4			
0	3	1	2	4	148	0,0998	0,0998
1	1	4	2	3	157,25	0,1061	0,2059
2	4	3	2	1	148,75	0,1003	0,3062
3	2	4	3	1	137,5	0,0927	0,3989
4	4	3	1	2	156,75	0,1057	0,5046
5	4	3	1	2	156,75	0,1057	0,6103
6	2	4	1	3	141,25	0,0953	0,7056
7	4	3	2	1	148,75	0,1003	0,8059
8	1	2	4	3	150,25	0,1013	0,9072
9	2	4	3	1	137,5	0,0927	0,9999
Total Fitness					1.482,75		

Dari perhitungan probabilitas yang sudah dibuat maka dapat dilihat bahwa populasi ke – 1 yang mempunyai *fitness* paling besar, dengan begitu populasi tersebut mempunyai probabilitas untuk terpilih pada generasi berikutnya lebih besar dibandingkan dengan populasi yang lainnya.

Setelah dilakukan proses penghitungan kumulatif probabilitas *fitness*, maka proses seleksi dilakukan dengan menggunakan *roulette-wheel* sebanyak jumlah populasi, yaitu 10 kali dengan cara membangkitkan bilangan acak (*random*) dalam range 0 – 1. Jika $random[k] < C[k]$, maka pilih populasi sebagai induk, selain itu pilih populasi ke-k sebagai induk dengan syarat $C[k-1] < Random < C[k]$.

Setelah dilakukan proses *random* maka diperoleh populasi baru seperti pada Tabel 4. Tabel 4 Tabel populasi baru hasil seleksi

Populasi Awal	Populasi Baru	Kromosom			
Populasi [0]	Populasi [7]	4	3	2	1
Populasi [1]	Populasi [3]	2	4	3	1
Populasi [2]	Populasi [5]	4	3	1	2
Populasi [3]	Populasi [5]	4	3	1	2
Populasi [4]	Populasi [8]	1	2	4	3
Populasi [5]	Populasi [1]	1	4	2	3
Populasi [6]	Populasi [9]	2	4	3	1
Populasi [7]	Populasi [3]	2	4	3	1
Populasi [8]	Populasi [7]	4	3	2	1
Populasi [9]	Populasi [7]	4	3	2	1

2. Perkawinan Silang (*Crossover*). Pada proses perkawinan silang (*crossover*) digunakan metode *one-cut point* atau memilih secara acak satu posisi dalam populasi induk kemudian saling menukar kromosom. Populasi yang akan dijadikan induk dipilih secara *random*, dimana jumlah populasi yang mengalami *crossover* dipengaruhi oleh parameter *crossover rate* (pc). Jika nilai $random[k] < pc$ maka, populasi tersebut terpilih jadi induk. Pada kasus ini, jumlah induk ada 4 (empat) yaitu : populasi ke – 4 dengan nilai random 0,1845, populasi ke – 4 dengan nilai random 0,2303, populasi ke – 6 dengan nilai random 0,137 dan populasi ke – 7 dengan nilai random 0,1818.

Setelah menentukan populasi yang akan mengalami *crossover*, maka selanjutnya dilakukan langkah untuk menentukan titik potong *crossover* yaitu dengan membangkitkan bilangan *random* dari 1 (satu) sampai panjang induk *crossover* atau pada kasus ini dari 1 – 4 (didapat titik potongnya pada populasi ke – 3). Maka diperoleh hasil *crossover* seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Tabel *Crossover*

Populasi	Kromosom					Populasi	Kromosom			
Populasi [4]	1	2	4	3	X	Populasi [7]	2	4	3	1
Populasi [5]	1	4	2	3	X	Populasi [4]	1	2	4	3
Populasi [6]	2	4	3	1	X	Populasi [5]	1	4	2	3
Populasi [7]	2	4	3	1	X	Populasi [6]	2	4	3	1

3. Mutasi. Jumlah populasi yang mengalami mutasi ditentukan oleh parameter *mutation rate* (pm). Populasi yang akan mengalami mutasi dipilih dengan membangkitkan bilangan *random* 0 – 1, jika nilai $random[k] < pm$ maka, populasi tersebut terpilih untuk dimutasi. Selain itu, harus ditentukan juga titik-titik yang akan mengalami mutasi (2 (dua) titik mutasi) dengan cara

membangkitkan bilangan random dari 1 (satu) sampai panjang kromosom atau pada kasus ini dari 1 – 4. Untuk hasil mutasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Mutasi

Populasi Mutasi	Kromosom				Titik Mutasi		Hasil Mutasi			
Populasi [0]	3	1	2	4	1	4	4	1	2	3
Populasi [4]	4	3	1	2	4	3	4	3	2	1

Setelah diperoleh hasil mutasi maka dilakukan proses *update* generasi dengan mengubah generasi yang lama sesuai dengan hasil mutasi untuk generasi yang baru (populasi akhir). Hasil populasi akhir dapat dilihat pada Tabel.7.

Tabel 7 Tabel Hasil Populasi Akhir

Populasi Ke	Kromosom				<i>Fitness</i>
Pop ke-0	4	1	2	3	156,25
Pop ke-1	2	4	3	1	137,5
Pop ke-2	4	3	1	2	156,75
Pop ke-3	4	3	1	2	156,75
Pop ke-4	4	3	2	1	148,75
Pop ke-5	1	4	2	3	157,25
Pop ke-6	2	4	3	1	137,5
Pop ke-7	2	4	3	1	137,5
Pop ke-8	4	3	2	1	148,75
Pop ke-9	4	3	2	1	148,75

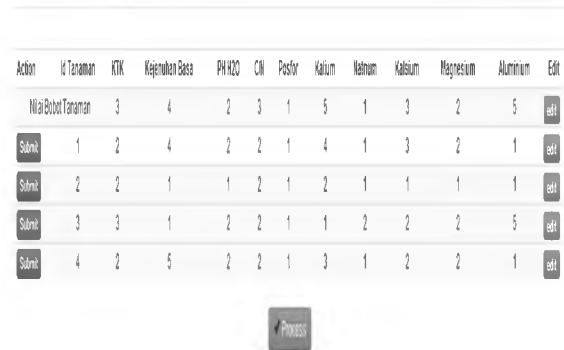
4. Hasil Dan Pembahasan

Dari perhitungan di atas dapat dibuat Set Parameter AG, yaitu untuk menentukan parameter dari algoritma genetika, yang menggunakan ukuran populasi, maksimum generasi, probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi sebagai parameternya. Set Parameter AG dapat dilihat pada Gambar 3.

Set Parameter

Gambar 3 Set Parameter AG

Set Bobot AG merupakan halaman yang digunakan untuk menentukan bobot dari algoritma genetika yang berfungsi untuk mengatur nilai bobot yang baru. Gambar Set Bobot AG dapat dilihat pada Gambar 4 yaitu:



Gambar 4 Set Bobot AG

4.1 Hasil Algoritma Genetika

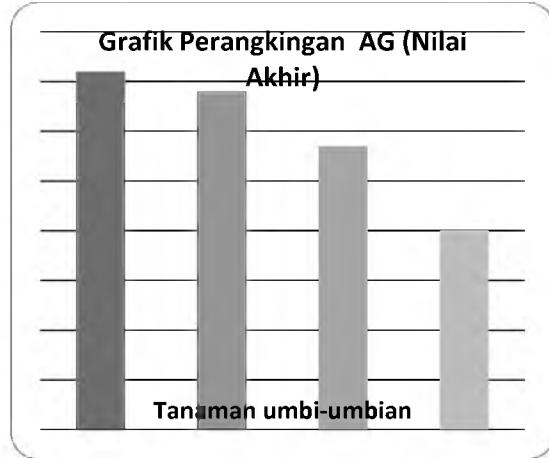
Dari hasil perhitungan Algoritma Genetika yang menampilkan perhitungan algoritma genetika secara detail, yaitu : representasi kromosom, seleksi, *crossover*, mutasi dan perangkingan. Gambar Hasil Perhitungan Algoritma Genetika dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5 Halaman Hasil Perhitungan AG

Berdasarkan populasi akhir setelah dilakukan proses *update* generasi maka diperoleh populasi terbaik, yaitu kromosom terbaik [1 4 2 3] pada populasi generasi ke – 5 dengan nilai *fitness* terbesar (157,25). Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa tanaman yang cocok dan sesuai dengan zat kimia lahan di Kabupaten Bantul yaitu bawang merah kemudian dilanjut umbi garut, ubi jalar dan umbi talas.

Sesuai dengan hasil perangkungan berdasar kromosom terbaik [1 4 2 3], maka dapat digambarkan dalam bentuk grafik perangkungan algoritma genetik sebagai nilai akhir sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik Perangkungan AG

5. Kesimpulan

1. Sistem dapat menentukan jenis tanaman yang cocok berdasarkan kandungan zat kimia lahan di wilayah Kabupaten Bantul.
2. Jenis tanaman yang diseleksi dari sistem berdasarkan perangkungan, sehingga diharapkan tanaman bawang merah menjadi unggulan di Kabupaten Bantul.
3. Berdasarkan hasil pengujian dengan Algoritma Genetika diperoleh hasil dengan nilai *fitness* 157,25, Algoritma Genetika memiliki kelemahan yang selalu berhubungan dengan bilangan *random* sehingga hasilnya bersifat probabilistik.

6. SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dan pengembangan dari sistem ini adalah

1. Sistem dilakukan juga untuk pengujian tanaman-tanaman yang lain
2. Menambah kriteria tanaman (unsur hara) agar hasil yang diberikan sistem lebih optimal
3. Membuat tampilan yang lebih rapi dan sederhana (*user friendly*) agar lebih mudah digunakan oleh *user*.

7. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada Institusi Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto yang sudah mendanai Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariatin, dkk, 2002, *Bibliografi Khusus Tanaman Umbi-umbian*”Pusat Perpustakaan Dan Penyebaran Teknologi Pertanian . Bogor.
- [2] Benyamin, L.S., 2005, *Pemrograman Berorientasi Objek dengan Java*, Gava Media. Yogyakarta.
- [3] Hardianti Yuyun, dkk, *Penerapan Algoritma Genetika dalam Penyelesaian Travelling Salesman” Problem With Precedence Constraints (TSPPC)*, Jurnal – Online – um.ac.id
- [4] Kusumadewi, Sri., Hartati, S., Harjoko, A., dan Wardoyo, R., 2006, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Jogiyanto, HM., 2005, *Analisis dan Desain Sistem Informasi: Pendekatan Terstruktur Teori Dan Praktik Aplikasi Bisnis*, Andi offset, Yogyakarta.
- [6] Sofwan Aghus, dkk, 2008, “*Algoritma Genetika Dalam Pemilihan Spesifikasi Komputer*”, Proseding Seminar Nasional SNATI 21 Juni 2008, UNDIP, Semarang
- [7] Sumartini Dana, Purnomo Budi Santoso dan D. J. Djoko H. S. 2012. “*Sistem Pendukung Keputusan Pengobatan Penderita Diabetes Menggunakan Integrasi Decision Table Dan Algoritma Genetika*”. Jurnal EECCIS Vol.6, No.1.