

## Implementasi Algoritma Genetika Pada Metode AHP dan SAW untuk Rekomendasi Varietas Unggul Tanaman Tebu (Studi Kasus: Pusat Penelitian Gula PTPN X Jengkol)

Nilna Fadhila Ganies<sup>1</sup>, Dian Eka Ratnawati<sup>2</sup>, Bayu Rahayudi<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>fadhila.nilna@gmail.com, <sup>2</sup>dian\_ilkom@ub.ac.id, <sup>3</sup>ubay1@ub.ac.id

### Abstrak

Varietas tebu merupakan salah satu faktor utama yang menentukan hasil produktivitas tebu berkualitas. Dalam penelitian ini digunakan beberapa kriteria untuk menentukan hasil rekomendasi varietas unggul tebu yaitu jumlah batang, diameter batang, tinggi batang, *brix*, *nirs1*, *nirs2*, *nirs3*, dan *nirs4*. Agar mendapatkan hasil rekomendasi varietas unggul tebu yang optimal, maka pada penelitian ini digunakan algoritma genetika. Algoritma genetika akan mengoptimasi nilai bobot pada metode AHP dan SAW. Dalam proses algoritma genetika representasi kromosom yang digunakan adalah *real code*, dengan panjang gen yaitu 28, yang disesuaikan dengan jumlah kriteria varietas. Pada proses reproduksi, metode *crossover* yang digunakan yaitu *extended intermediate crossover*, dan metode mutasi yang digunakan yaitu *random mutation*. Untuk nilai *fitness* diperoleh dari hasil perhitungan akurasi pada SAW. Sedangkan metode seleksi yang digunakan yaitu *elitism selection*, dengan memilih nilai *fitness* tertinggi sebanyak ukuran populasi. Dari hasil pengujian diperoleh parameter optimal yaitu ukuran populasi sebesar 50 dan banyak generasi sebesar 50, dengan rata-rata *fitness* yaitu 0,912 sehingga hasil akurasi yang diperoleh yaitu 91,2%.

**Kata kunci:** Varietas Tebu, Algoritma Genetika, Optimasi AHP-SAW

### Abstract

*Sugarcane varieties are one of the main factors that determine the yield of quality cane productivity. In this study used several criteria to determine the recommendation of superior varieties of sugar cane that is the number of stems, stem diameter, stem height, brix, nirs1, nirs2, nirs3, and nirs4. In order to get the recommendation of superior varieties of cane that is optimal, then in this research used genetic algorithm. The genetic algorithm will optimize the weight value on the AHP and SAW methods. In the process of genetic algorithm the representation of the chromosome used is real code, with a gene length of 28, which is adjusted by the number of varieties criteria. In the reproduction process, the crossover method used is the extended intermediate crossover, and the mutation method used is random mutation. For fitness value obtained from the calculation of accuracy on SAW. While the selection method used is elitism selection, by choosing the highest fitness value as much as the population size. From the test results obtained optimal parameters that the population size of 50 and many generations of 50, with the average fitness of 0.912 so that the obtained accuracy of 91.2%*

**Keywords:** Sugarcane Variety, Genetic Algorithm, AHP-SAW Optimization

### 1. PENDAHULUAN

Tanaman tebu merupakan salah satu hasil perkebunan yang memiliki peranan penting dalam mewujudkan program pembangunan perkebunan di Indonesia. Namun, produktivitas tebu nasional belum mampu memenuhi kebutuhan gula dalam negeri, maka untuk memenuhi kebutuhan tersebut dilakukan impor

gula tebu sebanyak 3 juta ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2015).

Untuk mengatasi kekurangan akan kebutuhan gula tebu tersebut maka perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan produksi gula tebu nasional. Namun, permasalahan yang sering muncul dalam proses perkembangan dan produksi tanaman tebu adalah rendahnya tingkat produktivitas tebu dan rendahnya tingkat

rendemen gula tebu. Rendahnya produktivitas dapat berdampak pada rendahnya tingkat efisiensi dalam pengolahan gula tebu nasional. Selain itu, permasalahan lain yang berdampak pada rendahnya tingkat efisiensi industri gula tebu nasional adalah kondisi varietas tebu yang digunakan dalam proses tanam tebu. Pemilihan varietas tebu saat proses tanam dapat menunjukkan komposisi tingkat kemasakan, yang mana jika pemilihan varietas tebu yang kurang tepat menyebabkan tingkat kemasakan tebu yang tidak seimbang antara tingkat masak awal, masak tengah, dan masak akhir. Ketidakeimbangan tersebut dapat menyebabkan masa giling yang lebih lama serta hasil rendemen gula yang rendah.

Dari permasalahan yang ada banyak upaya yang telah dilakukan oleh PTPN X. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan dalam pemilihan varietas tanaman tebu adalah dengan dibangunnya Pusat Penelitian Gula di Jengkol, yang akan menjadi ujung tombak terhadap upaya introduksi varietas tanaman tebu. Menurut PTPN X (2015), introduksi varietas merupakan salah satu upaya mempercepat peningkatan produktivitas gula tebu. Namun dari sisi strategis upaya tersebut masih membutuhkan waktu paling tidak 2 tahun untuk rilis varietas karena masih membutuhkan waktu untuk uji coba varietas tersebut. Untuk itu perlu adanya seleksi pemilihan varietas tebu yang tepat.

Menurut Bidang Pemuliaan Tanaman Pusat Penelitian Gula Jengkol, seleksi yang dilakukan untuk menentukan varietas unggul tebu masih menggunakan perhitungan secara manual, karena masih belum tersedianya sistem untuk menentukan varietas unggul tanaman tebu tersebut. Selain itu, penentuan varietas tebu yang lolos seleksi masih dilakukan berdasarkan pendapat dari bidang pemuliaan tanaman dan kepala pusat penelitian dengan melihat kondisi tanaman di lapangan, sehingga hasilnya akan bersifat subjektif. Hasil dari seleksi tersebut akan berbeda untuk masing-masing individu yang melakukan seleksi. Kemudian, dari hasil seleksi tersebut akan diambil suatu keputusan yang telah disepakati bersama. Untuk mengatasi pemilihan varietas tanaman tebu yang tepat dan sesuai untuk masa tanam tebu dapat diselesaikan dengan dibangunnya sebuah sistem yang mampu menentukan varietas unggul tanaman tebu tersebut secara otomatis.

Penelitian ini menggunakan algoritma genetika, metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan metode *Simple Additive Weighting*

(SAW) dalam menentukan rekomendasi varietas unggul tebu. Algoritma genetika dipilih, karena algoritma tersebut dapat digunakan dalam optimasi masalah pada ruang pencarian yang sangat luas (Fadilah, A.N., Cholissodin, I & Mahmudy, W.F., 2015). Dan algoritma genetika dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang kompleks (Mahmudy, 2015). Sedangkan metode AHP dipilih karena dapat menyelesaikan masalah multi kriteria berdasarkan perbandingan preferensi dari setiap elemen (Fadilah, A.N., Cholissodin, I & Mahmudy, W.F., 2015). Dan metode SAW dipilih karena dapat membuat pemeringkatan alternatif yang ada (Delli, G., 2016). Algoritma genetika akan mengoptimasi nilai bobot pada metode AHP dan metode SAW, sehingga diharapkan hasil optimasi tersebut mampu memberi solusi yang optimal dalam penentuan varietas unggul tanaman tebu.

Penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya oleh Delli, G., (2016) dengan objek yang berbeda yaitu rendemen tebu, penelitian tersebut melakukan prediksi kualitas rendemen tebu dengan metode AHP-SAW. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil akurasi sebesar 61,5%. Hasil akurasi tersebut masih tergolong rendah, sehingga metode AHP dan SAW tersebut perlu dioptimasi menggunakan algoritma genetika, karena dari penelitian yang telah dilakukan oleh Mu'asyaroh (2016), yaitu implementasi algoritma genetika dalam optimasi model AHP dan TOPSIS untuk penentuan kelayakan pengisian bibit ayam broiler dikandang peternak menunjukkan bahwa metode AHP yang telah dioptimasi menggunakan algoritma genetika akan menghasilkan rata-rata nilai akurasi yang lebih tinggi yaitu 75,2% untuk 10 kali pengujian dan jika belum dioptimasi menghasilkan nilai akurasi 63,0%.

Dengan demikian, metode AHP, SAW, dan algoritma genetika tersebut dipilih karena dianggap sesuai untuk memberikan solusi yang optimal dari suatu permasalahan. Sehingga, dapat diperoleh hasil yang optimal dalam menentukan varietas unggul tanaman tebu.

## 2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1. Tanaman Tebu

Tebu merupakan jenis tanaman rumput-rumputan penghasil gula yang tumbuh baik di Indonesia. Tebu dengan nama latin *Saccharum officinarum* L merupakan salah satu tanaman yang mampu meningkatkan perekonomian nasional, (Direktorat Jendral Perkebunan, 2015).

**2.2. Varietas Tebu**

Varietas merupakan salah satu faktor utama dalam produktivitas. Dalam budidaya tanaman tebu, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah pemilihan varietas tebu. Varietas tebu dapat berasal dari 2 sumber yaitu konvensional dan kultur jaringan (Koto, Syahrial, et al., 2017).

**2.3. Analytical Hierarchy Process (AHP)**

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menguraikan permasalahan multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Hirarki tersebut akan merepresentasikan permasalahan yang kompleks ke dalam kelompok yang lebih terstruktur (Rianto, 2016).

**2.3.1 Tahapan Analytical Hierarchy Process**

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perhitungan menggunakan metode AHP yaitu (Delli, G., 2016):

- a. Mendefinisikan perbandingan berpasangan dari kriteria, dengan skala perbandingan antara skala 1 sampai dengan skala 9.
- b. Membuat matrik perbandingan berpasangan
- c. Sintesis

Tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain:

- Menjumlahkan nilai-nilai setiap kolom pada matriks perbandingan.
- Normalisasi matriks, seperti pada Persamaan (1).

$$elemen\ baru = \frac{nilai\ setiap\ elemen}{jumlah\ kolom\ lama} \tag{1}$$

- Pembobotan, seperti Persamaan (2).

$$Bobot = \frac{jumlah\ nilai\ setiap\ baris}{jumlah\ kriteria} \tag{2}$$

- d. Menghitung *Consistency Index* (CI) menggunakan Persamaan (3).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \tag{3}$$

Keterangan:

- CI : *Consistency Index*
- $\lambda_{maks}$  :  $\sum (\sum \text{kriteria} * \text{bobot prioritas})$
- n : banyaknya kriteria

- e. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) menggunakan Persamaan (4).

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{4}$$

Keterangan:

- CR : *Consistency Ratio*
- CI : *Consistency Index*

RI : *Random Index* dan penelitian ini menggunakan nilai RI= 1,41)

- f. Memeriksa hasil konsistensi nilai CR. Jika nilainya < 0,1 maka hasilnya bisa dinyatakan benar.

**2.4 Simple Additive Weighting (SAW)**

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) atau penjumlahan terbobot (Muhammad, R., 2015). Proses lanjut setelah pembobotan yaitu akan dilakukan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke dalam skala yang dapat dibandingkan dengan semua rating alternatif menggunakan Persamaan (5).

$$R_{ij} \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} & \text{jika } j \text{ adalah atribut benefit} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} & \text{jika } j \text{ adalah atribut cost} \end{cases} \tag{5}$$

Keterangan:

- Rij : nilai rating kinerja normalisasi
- Xij : nilai dari setiap kriteria
- maxxij : nilai terbesar setiap kriteria
- minxij : nilai terkecil setiap kriteria
- benefit : nilai terbesar adalah terbaik
- cost : nilai terkecil adalah terbaik

R<sub>ij</sub> adalah *rating* kinerja ternormalisasi. Nilai preferensi untuk setiap alternatif (Vi) seperti pada Persamaan (6).

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j R_{ij} \tag{6}$$

Keterangan:

- Vi : Nilai Preferensi
- wj : Bobot Ranking
- Rij : Rating Kinerja Ternormalisasi

Metode SAW akan menghasilkan nilai terbesar saja yang akan terpilih sebagai hasil alternatif terbaik (Muhammad, R., 2015).

**2.5 Algoritma Genetika (GA)**

Menurut Mahmudy (2015), Algoritma genetika adalah metode optimasi berbasis populasi yang dapat digunakan pada masalah optimasi dengan cakupan yang kompleks sehingga mampu menghasilkan solusi optimal.

**2.5.1. Tahapan Algoritma Genetika**

Terdapat beberapa tahapan dalam algoritma genetika antara lain :

- a. Representasi kromosom  
Representasi kromosom adalah suatu proses pengkodean solusi dari suatu permasalahan (Mahmudy, 2015). Representasi kromosom

pada penelitian menggunakan representasi kromosom *real code*.

b. Inisialisasi populasi  
 Inisialisasi populasi dilakukan dengan membangkitkan himpunan dari solusi baru secara acak sebanyak ukuran populasi (*popSize*).

c. Reproduksi  
 Reproduksi adalah tahapan untuk menghasilkan keturunan dari individu yang ada pada populasi. Terdapat dua operator genetika yang digunakan yaitu:

- *Crossover*  
 Pada penelitian ini metode *crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate crossover*. Misalkan yang terpilih adalah individu P1 dan P2, maka akan dibangkitkan *offspring* C1 dan C2, seperti Persamaan (7) dan Persamaan (8) (Mahmudy, 2015).

$$C_1 = P_1 + \alpha(P_2 - P_1) \tag{7}$$

$$C_2 = P_2 + \alpha(P_1 - P_2) \tag{8}$$

Keterangan:

- P1 dan P2 : *parent*
- C dan C2 : *child*
- $\alpha$  : *range* [-0,25 1,25]

- *Mutasi*  
 Pada penelitian ini metode mutasi yang digunakan yaitu *random mutation*, dilakukan dengan menambah gen yang terpilih dengan bilangan acak terkecil, seperti Persamaan (9) (Mahmudy, 2015).

$$x'_i = x'_i + r(max_i - max_j) \tag{9}$$

Keterangan:

- X'i : individu terpilih
- Maxi : nilai acak terbesar
- r : *range* [-0,1 0,1]

d. Evaluasi  
 Pada tahapan evaluasi dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *fitness* dari setiap kromosom. Semakin besar nilai *fitness* yang diperoleh maka akan semakin baik pula kromosom tersebut untuk dijadikan sebagai calon solusi.

e. Seleksi  
 Metode seleksi yang digunakan penelitian ini yaitu *elitism selection*. Metode tersebut akan memilih individu terbaik yang memiliki nilai *fitness* terbesar (Mahmudy, 2015).

## 2.6 Pengujian Akurasi

Dalam penelitian ini, Pengujian akurasi dilakukan dengan menghitung data hasil rekomendasi yang benar dibagi dengan jumlah total dari data, seperti Persamaan (11) sebagai berikut (Delli, G., 2016).

$$akurasi = \frac{\Sigma data\ uji\ benar}{\Sigma data\ uji} \times 100\% \tag{11}$$

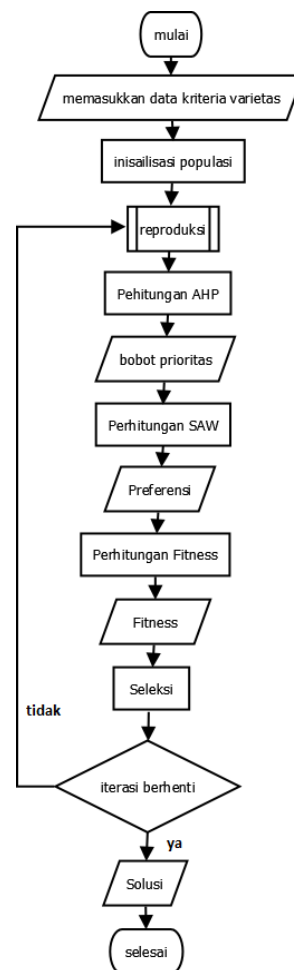
## 3. PERANCANGAN

### 3.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data analisis NIRS seri JSR tahun 2013, berjumlah 300 data varietas yang diperoleh dari Pusat Penelitian Gula PTPN X Jengkol. Dari data tersebut diambil 34 data untuk menjadi hasil rekomendasi varietas unggul tebu. Jumlah data yang diambil tersebut disesuaikan dengan jumlah data hasil seleksi dari pakar.

### 3.2. Optimasi Metode AHP-SAW Menggunakan Algoritma Genetika

*Flowchart* optimasi metode AHP dan SAW menggunakan GA, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Optimasi AHP-SAW dengan GA

Tahapan-tahapan dalam optimasi metode AHP menggunakan algoritma genetika yaitu:

1. Inisialisasi Populasi

Representasi kromosom diperoleh dari hasil nilai acak antara 1 sampai 9, sesuai dengan skala preferensi pada metode AHP. Panjang kromosom yang digunakan adalah 28 gen, yang disesuaikan dengan jumlah dari matriks perbandingan berpasangan yang dibutuhkan untuk 8 kriteria, seperti Tabel 1. Setiap gen pada individu akan menggantikan nilai bobot pada matriks perbandingan berpasangan. Misal ukuran populasi yaitu 50.

Tabel 1. Representasi Kromosom

P1	Kromosom						
	x1	x2	x3	x4	x5	....	x28
	6,36	4,59	6,61	2,09	6,09	....	2,76

2. Reproduksi

- Crossover

Metode *crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate crossover*. Dalam tahap ini parameter nilai cr yaitu 0,4 jika dikalikan dengan *popSize*=50, akan menghasilkan 20 keturunan. Misalnya, akan dipilih 2 induk secara *random* untuk dilakukan perhitungan *crossover*, seperti Persamaan (7) dan (8). Namun sebelumnya dibangkitkan nilai acak  $\alpha$  dengan interval yaitu [-0,25 1,25]. Contoh hasil *crossover* seperti Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Crossover

	Kromosom						
	x1	x2	x3	x4	x5	....	x28
P1	6,36	4,59	6,61	2,09	6,09	....	2,76
P3	7,55	8,76	4,69	5,02	8,93	....	8,34
C1	6,60	6,26	5,54	3,77	9,57	....	8,68
C2	7,30	7,09	5,76	3,35	5,46	....	2,43

- Mutasi

Metode *mutation* yang digunakan adalah *random mutation*. Pada tahap ini telah ditentukan parameter nilai mr yaitu 0,2 yang mana jika dikalikan dengan *popSize*=50, maka akan menghasilkan 10 keturunan. Misalnya, dipilih satu individu secara acak dan terpilih gen x17 yang akan dilakukan mutasi dengan mengurangi atau menambahkan nilai gen tersebut dengan nilai r yang diperoleh secara acak pada *range* [-0,1 0,1]. Contoh hasil mutasi seperti Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Mutasi

	Kromosom						
	x1	x2	....	x17	....	x27	x28
P4	3,67	3,80	....	3,95	....	6,01	6,84
C3	3,67	3,80	....	3,63	....	6,01	6,84

3. Proses AHP didalam algoritma genetika

- Penentuan Matriks Berpasangan

Kriteria varietas tebu ditentukan oleh pakar dibidang pemuliaan tanaman pada Pusat Penelitian Gula Jengkol. Kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Varietas Tebu

No	Kriteria	Keterangan
1	Jumlah Batang	K1
2	Diameter Batang	K2
3	Tinggi Batang	K3
4	Brix	K4
5	NIRS 1	K5
6	NIRS 2	K6
7	NIRS 3	K7
8	NIRS 4	K8

Setelah diketahui kriteria varietas tebu maka selanjutnya merubah kromosom dari populasi dan *offspring* menjadi matriks perbandingan berpasangan, seperti Tabel 5.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Berpasangan

Matriks Perbandingan Berpasangan								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
K1	1	6,36	4,59	6,61	2,09	6,09	3,28	7,07
K2	0,16	1	5,16	1,30	1,59	4,01	3,45	4,34
K3	0,22	0,19	1	4,34	5,52	6,44	6,50	8,12
K4	0,15	0,77	0,23	1	1,83	6,72	1,46	1,43
K5	0,48	0,63	0,18	0,55	1	1,98	2,11	7,40
K6	0,16	0,25	0,16	0,15	0,5	1	3,70	7,39
K7	0,3	0,29	0,15	0,69	0,47	0,27	1	2,76
K8	0,14	0,23	0,12	0,7	0,14	0,14	0,36	1

- Normalisasi Matriks Berpasangan

- Perhitungan Bobot Prioritas

Nilai bobot prioritas teroptimasi yang dihasilkan akan digunakan dalam metode SAW, seperti Tabel 6.

Tabel 6. Bobot Prioritas Teroptimasi

Nilai Bobot Prioritas	
Kriteria	Nilai Bobot
K1	0,323
K2	0,154
K3	0,205
K4	0,089
K5	0,092
K6	0,068
K7	0,046
K8	0,024

- Pengecekan Konsistensi

Jika hasil konsistensi Rasio (CR) < 0,1 maka bobot prioritas teroptimasi seperti Tabel 6 dapat digunakan pada metode SAW.

- Proses SAW

- Membuat Matriks Keputusan
- Normalisasi Matriks Alternatif
- Menghitung Nilai Preferensi
- Pemeringkatan

Dari hasil pemeringkatan akan diambil 34 data dengan preferensi tertinggi untuk dijadikan hasil rekomendasi varietas unggul.

4. Perhitungan Nilai Fitness

Dari hasil rekomendasi varietas, dapat dilakukan perhitungan nilai *fitness* seperti pada Persamaan (10) yaitu seperti fungsi akurasi, (Mu'asyaroh, 2016).

$$fitness = \frac{\sum data\ uji\ benar}{\sum data\ uji} \tag{10}$$

Proses perhitungan nilai *fitness* dilakukan dengan membandingkan data hasil seleksi dari pakar dengan data hasil perhitungan menggunakan sistem, seperti Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Rekomendasi

Seleksi Pakar	Sistem	Preferensi
2314	2314	0,85
1354	1655	0,789
1326	1354	0,761
2187	2290	0,755
2340	1479	0,75
1917	1661	0,749
1994	1326	0,735
1475	1399	0,735
2439	1714	0,733
1399	2113	0,724
1879	1475	0,723
2113	1658	0,723
1714	2214	0,721
1628	1628	0,706
1655	2187	0,694
1661	2201	0,694
1330	1347	0,688
1479	2439	0,686
1347	2110	0,681
2110	1371	0,663
1806	2340	0,662
1371	1667	0,655
1382	1917	0,653
2090	1330	0,648
1658	1879	0,647
2290	1994	0,639
2015	1025	0,639
2214	BL	0,639
1667	977	0,638
2282	2090	0,637
1659	2034	0,633
1798	2015	0,633
2201	2282	0,632
BL	1382	0,631

Berdasarkan hasil perbandingan data pada Tabel 3, terdapat 31 data yang sesuai dengan hasil seleksi pakar dan 3 data varietas yang tidak sesuai yaitu varietas klon 1025, 977, dan 2034. Sehingga, diperoleh nilai *fitness* sebesar 0,9212 dengan nilai akurasi sebesar 92,12%. Dengan demikian nilai bobot prioritas yang teroptimasi pada Tabel 6 tersebut dapat digunakan sebagai solusi dalam

menentukan hasil rekomendasi varietas unggul tanaman tebu.

5. Seleksi

Metode seleksi yang digunakan adalah *elitism selection*. Metode tersebut melakukan seleksi dengan memilih individu berdasarkan hasil dari nilai *fitness* terbesar sebanyak ukuran populasi

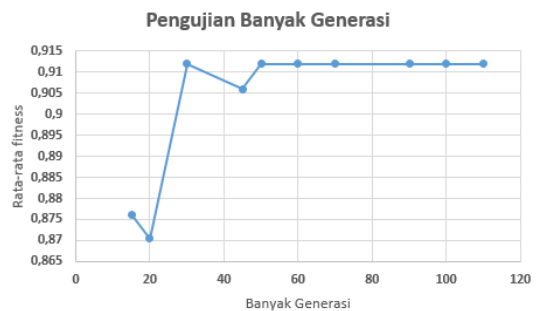
4. PENGUJIAN

4.1. Pengujian Terhadap Banyak Generasi

Pengujian terhadap banyaknya generasi dilakukan untuk memperoleh hasil generasi terbaik untuk menjadi parameter optimal. Pengujian terhadap banyaknya generasi dilakukan sebanyak 10 kali. Parameter yang digunakan dalam pengujian terhadap banyaknya generasi yaitu:

- a. Ukuran populasi : 50
- b. *Crossover rate* : 0,4
- c. *Mutation rate* : 0,2
- d. Banyak generasi : 15-110

Berdasarkan hasil pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa pada generasi 15 sampai 45, rata-rata *fitness* meningkat. Konvergensi terjadi mulai pada generasi 50, karena hasil yang diperoleh pada generasi berikutnya tidak mengalami perubahan, seperti grafik hasil pengujian ukuran populasi pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Banyak Generasi

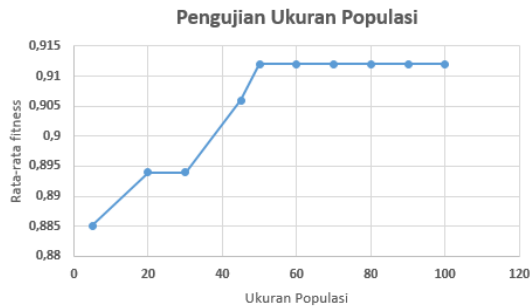
4.2. Pengujian Terhadap Ukuran Populasi

Pengujian terhadap ukuran populasi dilakukan untuk memperoleh ukuran populasi untuk menjadi parameter optimal. Dalam pengujian tersebut masing-masing ukuran populasi diuji sebanyak 10 kali. Parameter yang digunakan dalam pengujian terhadap ukuran populasi yaitu:

- a. Ukuran populasi : 5-100
- b. *Crossover rate* : 0,4
- c. *Mutation rate* : 0,2

d. Banyak generasi : 50

Berdasarkan hasil pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa pada ukuran populasi 5 sampai 45 rata-rata *fitness* meningkat. Dan mulai pada ukuran populasi 50 rata-rata *fitness* sudah mengalami konvergensi, seperti grafik hasil pengujian ukuran populasi pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Ukuran Populasi

### 4.3. Tingkat Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan acuan parameter ukuran populasi sebesar 50 dan banyak generasi sebesar 50. Pengujian akurasi dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan konsistensi hasil, dan dari pengujian tersebut diperoleh rata-rata data bernilai benar sebanyak 31 data dari 34 data hasil rekomendasi, sehingga dari pengujian akurasi diperoleh hasil rata-rata akurasi yaitu 91,2%.

### 4.4. Pembahasan Hasil

Data hasil rekomendasi akan diambil sebanyak 34 data varietas. Seleksi varietas dilakukan dengan membandingkan data hasil sistem dengan data hasil seleksi dari pakar. Data bernilai benar apabila data hasil seleksi sistem juga terdapat pada data pakar, sehingga urutan data tidak memengaruhi hasil, hal tersebut terjadi karena hasil dari pakar tidak melakukan pengurutan pada hasil seleksi varietas.

Dan berdasarkan hasil penerapan metode AHP, SAW, dan algoritma genetika diperoleh parameter ukuran populasi yaitu sebesar 50 dan parameter banyak generasi yaitu 50 generasi. Dengan ukuran parameter tersebut diperoleh rata-rata nilai *fitness* sebesar 0,912. Berdasarkan hasil pengujian akurasi sebanyak 10 kali, diperoleh tingkat akurasi sebesar 91,2%. Nilai akurasi tersebut diperoleh dari 31 data kriteria varietas yang sesuai dengan data seleksi dari pakar dan ada 3 data pakar yang tidak masuk dalam hasil rekomendasi sistem yaitu klon 1347, 1371, dan BL (Bululawang). Untuk hasil sampel

pengujian akan ditampilkan sebanyak 3 kali uji coba, seperti Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Rekomendasi AHP-SAW-GA

No	Klon Seleksi Pakar	Klon Pengujian Metode AHP-SAW-GA		
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
1	2314	1354	1354	1354
2	1354	1399	1399	1399
3	1326	1326	1326	1326
4	2187	1714	1714	1714
5	2340	1798	1798	1798
6	1917	1994	1994	1994
7	1994	1479	1479	1479
8	1475	1917	1330	1917
9	2439	1330	1917	1879
10	1399	1879	2214	1806
11	1879	2214	1879	1330
12	2113	1806	1806	2214
13	1714	1661	1661	1661
14	1628	2015	2015	2015
15	1655	1628	1628	1628
16	1661	1475	1475	1475
17	1330	2113	2113	2113
18	1479	2439	2439	2439
19	1347	2090	2090	2090
20	2110	2314	2314	2314
21	1806	2290	1382	1382
22	1371	1382	2290	2290
23	1382	2110	2110	2110
24	2090	1658	1658	1658
25	1658	2201	2201	2201
26	2290	2034	2034	2034
27	2015	1659	1659	1659
28	2214	1667	1667	1667
29	1667	2187	977	1655
30	2282	977	1655	977
31	1659	1655	2187	2187
32	1798	2282	2282	2282
33	2201	2340	2340	2042
34	BL	2042	2042	2340

Dari Tabel 8 diperoleh hasil bahwa pada pengujian 1, 2, dan 3 dengan acuan parameter algoritma genetika memiliki hasil rekomendasi yang sama namun urutannya berbeda.

## 5. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Penerapan metode AHP dan SAW pada rekomendasi varietas unggul tanaman tebu menghasilkan nilai akurasi sebesar 82,35%.
2. Algoritma genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi nilai bobot metode AHP dan metode SAW dalam

menentukan hasil rekomendasi varietas unggul tanaman tebu yang optimal.

3. Parameter algoritma genetika diperoleh dari pengujian ukuran populasi dan banyaknya generasi. Berikut ini parameter optimal hasil pengujian yaitu:
  - a. Ukuran populasi : 50
  - b. Banyak generasi : 50
5. Hasil pengujian akurasi dengan menggunakan parameter algoritma genetika yang dilakukan pada sistem sebanyak 10 kali percobaan, diperoleh nilai rata-rata akurasi sebesar 91,2%.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan metode optimasi yang lain.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Delli, G., 2016. Prediksi Kualitas Rendemen Tebu Dengan Metode AHP-SAW. Malang: Universitas Brawijaya
- Direktorat Jendral Perkebunan, 2015. Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016 Tebu. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan
- Fadilah, A.N., Cholissodin, I & Mahmudy, W.F., 2015. Implementasi *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan Algoritma Genetika Untuk Rekomendasi dan Optimasi Pemupukan Berimbang Tanaman Hortikultura. DORO: Repositori Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 14
- Indrawanto, C., 2010. Budidaya dan Pasca Panan Tebu. Jakarta: ESKA Media
- Koto, Syahrial, et al, 2017. Panduan Aplikasi Budidaya Tebu. Surabaya: PT Perkebunan Nusantara X
- Mahmudy, Wayan, 2015. Dasar-Dasar Algoritma Evolusi. Malang: Universitas Brawijaya
- Mu'asyaroh, 2016. Implementasi Algoritma Genetika Dalam Optimasi Model AHP Dan Topsis Untuk Penentuan Kebenaran Pengisian Bibit Ayam Broiler Di Kandang Peternak. Malang: Universitas Brawijaya
- Muhammad, Resha, 2015. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Biji Kopi Berkualitas Ekspor Dengan menggunakan Metode Simple Additive weighting (Studi Kasus: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia). Jember: Universitas Jember.
- PTPN X, 2015. Pulsit Jengkol Jadi Tumpuan Harapan. Tersedia di: <<http://ptpn10.co.id/blog/pulsit-jengkol-jadi-tumpuan-harapan-bagi-on-farm-ptpn-x>> [Diakses 2 Februari 2017]
- Rianto, Bayu, 2016. Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) Studi kasus: RB. Nilam Sari Tembilahan. Riau: AMIK Mahaputra Riau