

PEMILIHAN KOMBINASI PRODUK KOSMETIKA MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Yudhi Purwananto, Diana Purwitasari, Putu Utami Ardarini S

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Kampus ITS, Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia
Tel. +62 31 5939214, Fax. +62 31 5939363
Email: yudhi@its-sby.edu

ABSTRAK

Pemilihan serangkaian produk kosmetik merupakan permasalahan kombinasi sebab seorang konsumen dapat memilih beberapa jenis produk. Pada pemilihan produk kosmetik akan melibatkan data berjumlah besar dengan setiap paket kosmetik merupakan kombinasi dari beragam produk yang terdapat di pasar. Algoritma genetika mampu melakukan optimasi terhadap permasalahan kombinasi yang melibatkan data berjumlah besar.

Solusi-solusi dari pemilihan produk berupa paket-paket produk direpresentasikan dalam string-string biner. Satu string biner mewakili satu paket produk dengan setiap satu segmen terdiri dari beberapa bit merupakan representasi dari sebuah produk. Dilakukan tukar silang yang telah dimodifikasi dengan menentukan titik-titik yang akan dipilih sebagai titik tukar silang sejak pembentukan kromosom. Situasi kromosom yang tidak terdapat dalam database karena proses rekombinasi diatasi dengan dilakukan koreksi mutasi. Kromosom legal diterjemahkan dengan mengambil data-data berupa fitur-fitur produk, nama dan harga produk dari database. Data-data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan nilai fitness total yang bergantung pada rata-rata fitness produk dalam kromosom dan kesesuaian total harga produk dengan anggaran pengguna.

Hasil pengujian menunjukkan apabila tanpa operator mutasi maka semakin besar tingkat tukar silang yang digunakan, jumlah generasi yang dibutuhkan untuk mencapai suatu nilai tertentu cenderung berkurang. Namun pada pemilihan produk, nilai fitness terbaik dihasilkan dengan pemakaian mutasi yaitu pada tingkat mutasi 0.09 dan tingkat tukar silang 0.7. Pemilihan metode tukar silang dua titik yang telah dimodifikasi pada pengujian tidak cukup baik hasilnya dibandingkan dengan tukar silang satu titik.

Kata Kunci: algoritma genetika, pemilihan produk kosmetik, tukar silang, mutasi.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri kosmetik menyebabkan beragamnya produk kosmetik yang beredar di pasar baik itu dari segi merek, jenis, harga maupun fitur-fitur yang terkandung dalam produk-produk tersebut. Keragaman produk tersebut membuat sebagian konsumen, terutama yang kurang paham mengenai kosmetik menjadi bingung dan kesulitan menemukan produk yang sesuai dengan kondisi kulit dan anggaran belanja kosmetiknya. Disamping itu akan banyak waktu dan uang yang dihabiskan untuk menemukan produk yang tepat bila konsumen tidak mendapatkan petunjuk sedikitpun mengenai produk yang sesuai.

Pemilihan produk kosmetik merupakan permasalahan kombinasi sebab dalam setiap pemilihan seorang konsumen dapat memilih beberapa jenis produk. Selain itu, pemilihan produk melibatkan data dengan jumlah yang besar dengan setiap paket yang merupakan kombinasi beberapa produk dipilih dari beragam produk yang terdapat di pasar. Algoritma genetika dapat melakukan optimasi terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kombinasi dan mampu mengatasi ruang pencarian yang luas.

Kosmetik adalah suatu preparat yang digunakan secara eksternal untuk mengubah atau mempercantik kulit, rambut, kuku, bibir, dan mata. Kosmetik dibagi

menjadi beberapa bagian, yaitu : perawatan kulit wajah (*skincare cosmetics*), keperluan dekorasi wajah dan tubuh (*make-up cosmetics*), perawatan rambut (*hair care cosmetics*), produk wewangian (*fragrance products*), perawatan tubuh (*body cosmetics*), dan perawatan mulut (*oral care*). Setiap orang memiliki kondisi fisik yang berbeda-beda seperti jenis kulit yang berbeda, permasalahan kulit yang berbeda dan berbagai perbedaan lainnya yang menyebabkan kebutuhan yang berbeda pula dalam memilih produk yang tepat [1].

2. ALGORITMA GENETIKA

Algoritma Genetika mulai bekerja pada himpunan solusi acak disebut dengan populasi yang di dalamnya terdapat individu-individu disebut kromosom. Setiap kromosom merupakan representasi solusi dari permasalahan. Sebuah kromosom merupakan rangkaian simbol yang biasanya berupa string biner. Kromosom-kromosom berevolusi melalui suatu proses iterasi yang berkelanjutan disebut dengan generasi. Pada setiap generasi, kromosom-kromosom tersebut akan dievaluasi berdasarkan suatu fungsi evaluasi disebut dengan fungsi fitness. Nilai fitness dari suatu kromosom menentukan kemampuannya untuk bertahan dan menghasilkan keturunan.

```

Begin
t ← 0;
initialize P(t);
while (not termination condition) do
  recombine P(t) to yield C(t);
  evaluate C(t) and P(t);
  select P(t + 1) from P(t) and C(t);
  t ← t + 1;
end
end
    
```

Gambar 1. Pseudocode Algoritma Genetika

Kromosom 1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Kromosom 2	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0
Kromosom 3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
Kromosom 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kromosom 5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1

	Pelembab							Krim Malam				
	Random(94+1) Random(28+1)											

Gambar 2. Inisialisasi Populasi

Untuk menghasilkan generasi selanjutnya, dibentuklah kromosom-kromosom baru disebut dengan *offspring* melalui salah satu dari kedua proses berikut yaitu (a) dengan menggabungkan dua kromosom dari generasi yang sekarang disebut *parents* menggunakan operator tukar silang (*cross over*) atau (b) dengan operator mutasi yang akan memodifikasi sebuah kromosom. Kemudian generasi baru terbentuk dengan meyeleksi beberapa *parents* dan *offspring* sesuai dengan nilai fitnessnya dan menolak sisanya sehingga besar populasi tetap. Dengan mengawinkan semakin banyak kromosom, maka akan semakin banyak kemungkinan terbaik yang dapat diperoleh. Setelah beberapa generasi, algoritma genetika akan konvergen pada kromosom yang terbaik yang diharapkan merepresentasikan solusi optimal ataupun suboptimal bagi permasalahan [2].

Jika $P(t)$ adalah *parents* dan $C(t)$ adalah *offspring* pada generasi t yang aktif, bentuk struktur umum dari Algoritma Genetika ditunjukkan di Gambar 1. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam Algoritma Genetika berdasarkan *pseudocode* pada Gambar 1.

1. Inisialisasi populasi
2. Rekombinasi kromosom dalam populasi dengan operator tukar silang dan mutasi
3. Evaluasi *parents* dan *offspring* yang dihasilkan pada rekombinasi
4. Seleksi *parents* dan *offspring*s untuk membentuk populasi baru

3. ALGORITMA GENETIKA PADA PEMILIHAN PRODUK

Solusi-solusi dari pemilihan produk berupa paket-paket produk direpresentasikan dalam string-

string biner. Satu string biner mewakili satu paket produk dengan setiap satu segmen terdiri dari beberapa bit merupakan representasi dari sebuah produk. Semakin banyak produk yang dipilih pengguna akan menyebabkan kromosom semakin panjang.

Misalkan ada seseorang yang memiliki jenis kulit normal/kombinasi [3], memiliki pori-pori yang terlihat jelas, kulit tampak kusam dan orang tersebut sering terpapar sinar matahari dan polusi, sedangkan orang tersebut memilih produk pelembab dan krim malam maka dibentuk suatu populasi dengan ukuran 5 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.

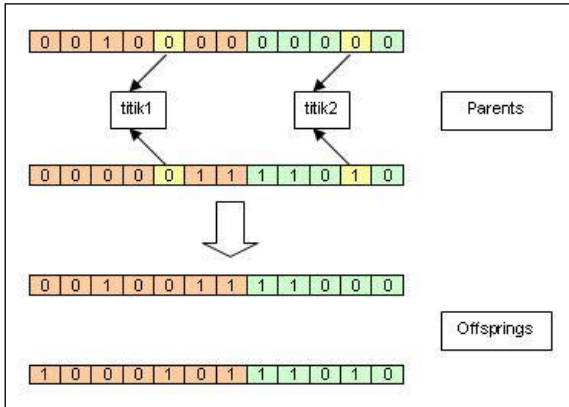
Bagian kromosom yang berwarna oranye merupakan representasi dari produk pelembab, sedangkan bagian yang berwarna hijau merupakan representasi dari krim malam. Jadi secara keseluruhan dapat dilihat bahwa setiap kromosom mewakili satu paket produk yang terdiri dari pelembab dan krim malam. Kode-kode biner yang menjadi isi kromosom didapatkan dengan memilih secara acak bilangan dari 0 sampai nomer urut terbesar produk ditambah satu. Dalam contoh dapat dilihat bahwa setiap bagian kromosom yang merepresentasikan krim malam dipilih secara acak dari 0 sampai dengan 28 ditambah 1, sebab nomer urut terbesar krim malam adalah 28.

Ada 3 (tiga) hal yang harus diperhatikan dalam pengkodean dan penguraian kode antara kromosom dan solusi, yaitu: Feasibilitas, Legalitas, Pemetaan.

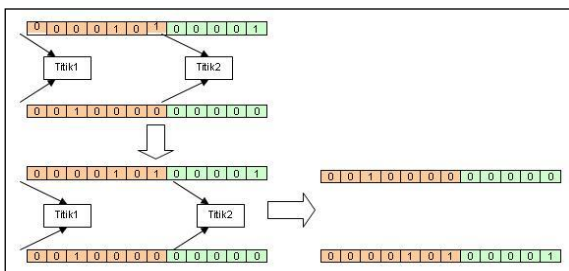
Feasibilitas membahas jikalau sebuah solusi dari suatu kromosom terletak pada daerah yang feasible dari domain permasalahan. Feasibilitas kromosom pada pemilihan produk kosmetik dilihat dari kesesuaian terhadap beberapa fitur yang penting yang harus dimiliki suatu produk dalam hal ini misalnya jenis kulit dan masalah kulit yang sensitif. Apabila suatu kromosom mengandung produk yang tidak sesuai dengan jenis kulit atau tidak aman untuk kulit pengguna yang sensitif, maka kromosom tersebut tidak feasible.

Legalitas membahas jikalau sebuah kromosom benar-benar merepresentasikan solusi dari domain permasalahan. Legalitas kromosom pada pemilihan produk dilihat jikalau suatu kode benar-benar merupakan representasi dari sebuah produk yang ada dalam database. Kromosom yang legal merupakan kromosom yang isinya merupakan produk-produk yang ada dalam database.

Pemetaan dari kromosom ke solusi digunakan Pemetaan 1-1 dengan suatu keadaan satu kode memiliki satu interpretasi. Pemetaan pada pemilihan produk kosmetik berarti setiap kromosom hanya mewakili satu solusi, sehingga tidak akan terjadi ketidakjelasan terhadap solusi yang ditunjuk.



Gambar 3. Ilustrasi Tukar Silang 2 Titik



Gambar 4. Ilustrasi Tukar Silang 2 Titik yang Dimodifikasi

Tukar silang pada Algoritma Genetika memungkinkan eksploitasi daerah solusi dan mengurangi resiko pencarian pada local optima. Namun, hal ini juga memungkinkan eksplorasi daerah solusi yang terlalu luas. Operator ini bekerja pada 2 kromosom dengan menukar material genetika antara kedua kromosom tersebut. Titik pindah silang (crossover points) ditentukan secara acak. Pada pemilihan produk kosmetik digunakan tukar silang 2 titik dengan memilih dua titik potong secara acak dan mempertukarkan daerah diantara titik potong pertama dan titik potong kedua (Lihat Gambar 3). Namun untuk pemilihan produk kosmetik akan dilakukan modifikasi terhadap tukar silang 2 titik [4]. Skema tukar silang 2 titik pada awalnya dapat memilih titik manapun dalam kromosom sebagai titik-titik tukar silangnya, sedangkan dalam tukar silang 2 titik yang dimodifikasi, titik-titik yang akan dipilih sebagai titik tukar silang sudah ditentukan sejak pembentukan kromosom (Lihat Gambar 4).

Dalam contoh spesifikasi pengguna yang sudah disebutkan sebelumnya terdapat 2 produk dalam sebuah kromosom yaitu pelembab dan krim malam. Pelembab direpresentasikan dengan 7 bit, sedangkan krim malam direpresentasikan dengan 5 bit, maka titik titik yang boleh dipilih sebagai titik tukar silang adalah titik sebelum kromosom dimulai, yaitu 0, kemudian titik-titik yang merupakan akhir dari suatu segmen yaitu 7 dan 12. Penentuan titik-titik tukar silang tersebut akan mengakibatkan pertukaran minimal satu segmen utuh dalam kromosom, sehingga yang dipertukarkan sebenarnya adalah

minimal satu produk dalam keadaan sebenarnya. Setelah dua titik terpilih sebagai titik-titik tukar silang, maka titik kedua digeser sebanyak satu posisi agar memungkinkan terjadinya pertukaran segmen yang utuh.

Proses mutasi dilakukan setelah melakukan operasi tukar silang untuk merestorasi informasi yang hilang, atau menambahkan informasi ke dalam populasi. Operasi ini dilakukan secara acak pada gen dengan kemungkinan kecil. Tingkat mutasi yang rendah dapat mengakibatkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi dapat menyebabkan offspring kehilangan kemiripan dengan parentsnya. Sebelum kromosom dihitung nilai fitnessnya, dilakukan penguraian kode terhadap kromosom untuk mengetahui legalitas kromosom dalam database. Dalam proses tersebut ada beberapa situasi dimana kromosom yang akan diuraikan kodenya tidak legal sehingga nomer urut yang didapat dari kode biner tidak terdapat dalam database, dan kromosom tidak dapat diterjemahkan menjadi informasi-informasi yang dibutuhkan untuk perhitungan nilai fitness. Hal tersebut diakibatkan oleh perubahan-perubahan yang terjadi saat proses rekombinasi. Untuk mengatasinya, perlu dilakukan koreksi terhadap kromosom yang tidak legal dengan menginisialisasi segmen kromosom yang rusak atau mutasi, sehingga kromosom menjadi legal dan dapat diterjemahkan.

Tabel 1. Bobot Berdasarkan Nilai Produk Dibanding Anggaran

Nilai Produk	Nilai Bobot
96%-110% anggaran	1
95%-91% anggaran	0.9
90%-81% anggaran	0.8
80%-71% anggaran	0.7
70%-61% anggaran	0.6
60%-0% anggaran	0.5
>110% anggaran	0

Kromosom-kromosom yang sudah benar kemudian diterjemahkan dengan mengambil data-data berupa fitur-fitur produk, nama dan harga produk dari database. Data-data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan nilai fitness total yang bergantung pada 2 hal yaitu: rata-rata fitness produk dalam kromosom, kesesuaian total harga produk dengan anggaran pengguna.

Perhitungan fitness terhadap masing-masing produk dalam setiap kromosom jikalau sesuai kriteria dihitung dengan Rumus 1. Sedangkan untuk produk yang tidak sesuai dengan jenis kulit, dan tidak aman bagi pengguna yang berkulit sensitif, maka nilai fitnessnya 0.001.

$$f = \left(\frac{\text{completed}}{m} \times c1 \right) + \left(\frac{\text{addon}}{r} \times c2 \right) \dots [\text{Rumus 1}]$$

- f : nilai fitness sebuah produk
- $completed$: jumlah fitur yang terpenuhi
- $addon$: jumlah fitur selain fitur wajib dipenuhi
- m : jumlah fitur wajib yang harus dipenuhi
- r : jumlah fitur maksimal yang dimiliki oleh jenis produk tersebut
- $c1$: konstanta bernilai 0.75
- $c2$: konstanta bernilai 0.25

Setelah tiap produk dalam suatu kromosom dihitung nilai fitnessnya, maka rata-rata fitness produk dapat dihitung dengan Rumus 2.

$$\bar{f} = \frac{\sum_{i=0}^j f}{j} \dots\dots\dots [Rumus 2]$$

- \bar{f} : rata-rata fitness produk
- f : nilai fitness sebuah produk
- j : jumlah produk yang dipilih pengguna

Kemudian dilakukan pembobotan total harga terhadap kromosom yang sudah dihitung rata-rata fitness produknya. Pembobotan terhadap total harga dilakukan dengan memperhatikan tipe dari suatu kromosom. Pada pemilihan produk kosmetik tipe kromosom didefinisikan menjadi 4 macam yaitu :

- Kromosom tipe 1
Semua produk yang terkandung dalam kromosom ini sesuai dengan tipe kulit dan sesuai dengan kulit sensitif jika pengguna berkulit sensitif. Jika pengguna memasukkan produk pembersih wajah dalam pemilihan, tipe pembersih wajah akan sesuai dengan keinginan pengguna.
- Kromosom tipe 2
Tipe produk pembersih wajah yang terkandung dalam kromosom ini tidak sesuai dengan keinginan pengguna.
- Kromosom tipe 3
Salah satu atau beberapa produk dalam kromosom ini tidak sesuai dengan kulit pengguna yang sensitif.
- Kromosom tipe 4
Salah satu atau beberapa produk dalam kromosom ini tidak sesuai dengan jenis kulit pengguna, sehingga sangat tidak mungkin untuk dianjurkan.

Tabel 1 merupakan ketentuan yang diterapkan dalam pembobotan kromosom tipe 1 dan 2 pada pemilihan yang mengikutsertakan anggaran diurut dari yang berbobot besar hingga terkecil, sedangkan untuk kromosom tipe 3 dan 4 diberi bobot 0.

Ketentuan pada Tabel 1 berlaku untuk pemilihan produk yang mengikutsertakan anggaran, sedangkan untuk pemilihan produk yang tidak mengikutsertakan anggaran memiliki aturan sebagai berikut: nilai Bobot = 1 untuk kromosom tipe 1 dan 2 sedangkan nilai Bobot = 0 untuk kromosom tipe 3 dan 4.

Bila bobot total harga kromosom sudah ditentukan, maka nilai fitness total kromosom dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 3.

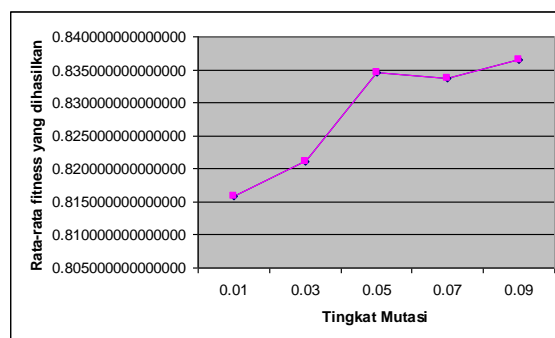
$$fitnessVal = \frac{\bar{f} + a}{d} \dots\dots\dots [Rumus 3]$$

- $fitnessVal$: nilai fitness total kromosom
- \bar{f} : rata-rata nilai fitness produk
- a : merupakan bobot anggaran
- d : merupakan konstanta pembagi

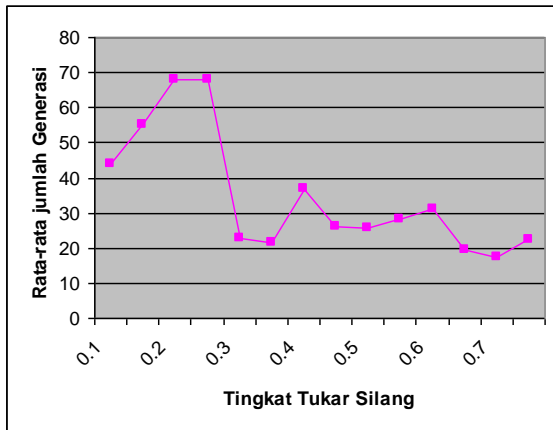
Konstanta pembagi digunakan untuk menciptakan tingkatan nilai antara tipe-tipe kromosom yang telah didefinisikan. Untuk mendapatkan konstanta pembagi yang sesuai, dilakukan uji coba penggunaan konstanta.

Untuk pemilihan produk kosmetik ini digunakan mekanisme seleksi sampling deterministik dengan mengurutkan parents dan offspring dalam ruang sampel dari kromosom dengan nilai fitness terbesar hingga terkecil. Kemudian diambil kromosom-kromosom terbaik sebanyak besar populasi.

Algoritma Genetika memiliki kecenderungan untuk mencapai local optima, yaitu hasil tertinggi dari suatu proses genetika bukan merupakan hasil tertinggi dari yang seharusnya bisa dicapai. Untuk memperkecil kemungkinan timbulnya local optima, maka dilakukan tiga kali proses genetika. Hasil dari ketiga proses tersebut diurutkan dari besar ke kecil, kemudian dipilih tiga hasil dengan nilai terbesar sebagai hasil akhir yang ditampilkan.



Gambar 6. Grafik perbandingan tingkat mutasi dengan rata-rata fitness yang dihasilkan



Gambar 5. Grafik Perbandingan Antara Tukar Silang yang Digunakan dengan Rata-Rata Generasi yang Dibutuhkan

4. UJI COBA

Dilakukan uji coba penggunaan tingkat tukar silang yang berbeda tanpa mutasi. Pada uji coba tersebut akan dibandingkan antara tingkat tukar silang yang digunakan dengan generasi yang diperlukan untuk mencapai suatu nilai fitness yang berada dalam range yang sama. Spesifikasi dalam uji coba tersebut disebutkan pada Tabel 2.

Pada Gambar 5 ditunjukkan grafik analisa untuk variasi tingkat tukar silang menampilkan hasil perbandingan antara tingkat tukar silang yang digunakan dengan rata-rata jumlah generasi yang dibutuhkan. Pada grafik ditunjukkan bahwa semakin besar tingkat tukar silang yang digunakan, maka jumlah generasi yang diperlukan untuk mencapai nilai fitness yang ditargetkan cenderung semakin sedikit, walaupun ada beberapa titik yang mengalami peningkatan generasi pada saat tingkat tukar silang diperbesar.

Skenario uji coba selanjutnya untuk melihat penggunaan tingkat mutasi yang berbeda. Pada uji coba ini, dibandingkan antara tingkat mutasi yang digunakan dengan besar nilai fitness yang dihasilkan yang bertujuan untuk membuktikan bahwa penggunaan tingkat mutasi yang berbeda akan berpengaruh pada pemilihan produk.

Skenario uji coba sama Tabel 2 dengan beberapa perubahan pada kondisi 2, 3, dan 4 yaitu nilai batas fitness yang harus dipenuhi 0.8, tingkat tukar silang 0.7 dan tingkat mutasi akan bervariasi antara 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, serta 0.09.

Tabel 2. Spesifikasi Uji Coba

1	Jml generasi maks	300
2	Batas fitness yang harus dipenuhi	0.8 <= fitness <= 0.81
3	Tingkat tukar silang	0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6, 0.65, 0.7, 0.75
4	Tingkat mutasi	0
5	Besar Populasi	20
6	Produk Pilihan	Cleanser, Moisturiser, Body moisturiser, Powder, Hair conditioner
7	Isi Survey	Face Normal/Combo, Too much sun exposure, need protected from environment, dull, visible pores, foamy
8		Body Very Dry
9		Hair Normal/Dry, Sleek and Shiny
10	Budget	650000

Dari hasil uji coba penggunaan tingkat mutasi berbeda didapat bahwa tingkat tukar silang 0.09 akan menghasilkan rata – rata fitness terbesar (Lihat Gambar 6). Untuk itu dalam uji coba berikutnya yaitu uji coba penentuan titik tukar silang akan digunakan tingkat mutasi 0.09. Pada Tabel 3 ditunjukkan penggunaan operator mutasi secara keseluruhan dapat menambah kemampuan algoritma genetika untuk mendapatkan solusi yang optimal. Jadi pada uji coba selanjutnya juga akan digunakan tingkat mutasi yang sama.

Uji coba yang terakhir adalah uji coba penggunaan metode tukar silang yang berbeda untuk membuktikan bahwa penggunaan metode tingkat tukar silang yang berbeda akan berpengaruh pada pemilihan produk. Akan dilakukan pengujian penggunaan tukar silang satu titik dan tukar silang dua titik yang telah dimodifikasi dengan tingkat tukar silang 0.7 dan tingkat mutasi 0.09.

Spesifikasi uji coba sama dengan Tabel 2 dengan kondisi 2, 3, dan 4 yang akan dirubah. Kondisi tersebut yaitu batas fitness yang harus dipenuhi 0.8, tingkat tukar silang 0.7, dan tingkat mutasi 0.09.

Hasil uji coba penggunaan tukar silang satu titik ditunjukkan pada Tabel 4 sedangkan hasil uji coba penggunaan tukar silang dua titik yang telah dimodifikasi pada Tabel 5. Tukar silang satu titik menghasilkan solusi yang rata-rata fitnessnya lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata nilai fitness hasil tukar silang dua titik yang dimodifikasi, dengan rata-rata fitness penggunaan tukar silang satu titik adalah 0.83650733 dan rata-rata fitness penggunaan tukar silang dua titik yang dimodifikasi adalah 0.82807704.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Penggunaan Tukar Silang 1 Titik

Range	Init Populasi	Fitness	Generasi
0.01982946	0.31049222	0.81415064	8
0.02041250	0.28063187	0.80823260	8
0.01504896	0.29494620	0.84576122	23
0.00012500	0.77338027	0.85656136	29
0.00597798	0.66742788	0.81836882	19
0.00012500	0.06094533	0.81864125	20
0.02029231	0.27746394	0.85744277	9
0.00012500	0.67160600	0.84717491	12
0.01765313	0.76938530	0.84301969	15
0.00739167	0.31677770	0.85572001	14
Rata-rata fitness		0.83650733	

Tabel 3. Perbandingan Algoritma Genetika dengan dan tanpa dengan Operator Mutasi

Percobaan ke	Algoritma Genetika dengan ...	
	Tingkat Tukar Silang 0.7	Tingkat Tukar Silang 0.7 dan Tingkat Mutasi 0.09
1	0.8051362	0.8141506
2	0.8009696	0.8082326
3	0.8256010	0.8457612
4	0.8106765	0.8565614
5	0.8233654	0.8183688
6	0.8113610	0.8186413
7	0.8256124	0.8574428
8	0.8236779	0.8471749
9	0.8289457	0.8430197
10	0.8001511	0.8557200
Rata-Rata	0.8155497	0.8365073

Tabel 5. Hasil Uji Coba Penggunaan Tukar Silang 2 Titik yang telah Dimodifikasi

Range	Init Populasi	Fitness	Generasi
0.02959509	0.75542010	0.84613324	8
0.01610923	0.74629693	0.82300481	8
0.01155833	0.30744277	0.83556777	23
0.01142813	0.65151671	0.83086882	29
0.01932351	0.54754693	0.83290408	19
0.00597798	0.06701218	0.81040751	20
0.00832173	0.06115853	0.81919872	9
0.00832173	0.82963027	0.82963027	12
0.01096310	0.58811241	0.81176969	15
0.02846042	0.24573031	0.84128549	14
Rata-rata fitness		0.82807704	

5. SIMPULAN

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanpa operator mutasi, semakin besar tingkat tukar silang yang digunakan, jumlah generasi

yang dibutuhkan untuk mencapai suatu nilai tertentu cenderung berkurang.

2. Tingkat tukar silang yang terbaik untuk diterapkan pada pemilihan produk kosmetik adalah 0.7.
3. Tingkat mutasi yang terbaik untuk diterapkan pada pemilihan produk kosmetik adalah 0.09.
4. Metode tukar silang terbaik dengan tingkat tukar silang 0.7 dan tingkat mutasi 0.09 untuk pemilihan produk kosmetik adalah tukar silang satu titik (*single point crossover*).

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Mitsuo, T., *New Cosmetic Science*, Elsevier Science, 1997
2. Michalewicz, Zbigniew, *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs Third, Revised and Extended Edition*, Springer, 1997
3. Campsie, Jane, *Marie Claire Face*, Murdoch Books, 1999
4. Gen, Mitsuo, Cheng, Runwei, *Genetic Algorithms and Engineering Design*, John Wiley & Sons, Inc, 1997