

# Penerapan Algoritma Pewarnaan Graf *Welch Powell* dalam Menentukan Kombinasi Bahan Kimia dalam *Skincare*

Evelyn Yosiana - 13522083<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

<sup>1</sup>13522083@itb.ac.id

**Abstrak**—Dalam industri *skincare*, terdapat banyak bahan aktif yang bermanfaat bagi kulit. Namun tidak semua bahan aktif tersebut dapat dikombinasikan untuk dipakai bersamaan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penentuan kombinasi bahan aktif *skincare*, di antaranya peningkatan sensitivitas kulit yang berlebihan dan proses kerja bahan aktif yang saling bertolak belakang. Untuk menentukan bahan aktif apa saja yang boleh dan tidak boleh digunakan secara bersamaan, dapat digunakan berbagai metode, salah satunya yaitu pewarnaan graf. Pewarnaan graf sendiri dapat dilakukan dengan berbagai algoritma, salah satunya yaitu algoritma *Welch Powell*. Dengan algoritma ini, bahan-bahan aktif *skincare* akan direpresentasikan sebagai simpul dan bahan-bahan *skincare* yang tidak boleh digunakan secara bersamaan akan direpresentasikan sebagai simpul yang bertetangga (dihubungkan oleh sisi). Dengan algoritma ini, akan didapatkan kelompok-kelompok bahan aktif *skincare* yang aman digunakan secara bersamaan.

**Kata kunci**—*skincare*, bahan aktif, graf, pewarnaan graf, *Welch Powell*.

## I. PENDAHULUAN

Dalam zaman sekarang, penampilan memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat. Tidak dapat disangkal bahwa daya tarik visual memberikan nilai tambah di mata masyarakat. Oleh karena itu, masyarakat kini bersaing untuk mencapai kulit yang cerah dan terawat. Salah satu elemen kunci dalam perawatan kulit adalah penggunaan produk perawatan kulit, atau yang lebih dikenal sebagai *skincare*.

Dalam ranah produk *skincare*, beragam bahan kimia digunakan, mulai dari yang bermanfaat untuk kulit hingga yang berfungsi untuk menjaga kualitas produk itu sendiri. Meskipun banyak bahan *skincare* yang bermanfaat untuk kulit, tidak semua bahan dapat dikombinasikan secara sembarangan. Hal ini disebabkan oleh berbagai alasan, seperti produk *skincare* dengan pH rendah yang jika digabungkan dengan bahan *skincare* lain yang juga memiliki pH rendah dapat menyebabkan efek asam pada kulit. Sebaliknya, daripada memperbaiki dan merawat kulit, hal tersebut justru dapat merusaknya.

Dalam satu produk *skincare*, umumnya bahan-bahan yang digunakan telah dikombinasikan dengan aman satu sama lain. Namun, dalam penggunaannya, produk *skincare* seringkali diaplikasikan bersamaan dengan produk lain, misalnya penggunaan pencuci muka yang diikuti oleh toner dan

pelembap. Untuk menciptakan kombinasi bahan yang efektif dan aman dalam produk yang akan digunakan, pengetahuan mengenai bahan-bahan yang boleh atau tidak boleh digunakan bersamaan sangat diperlukan. Oleh karena itu, diperlukan kecermatan dan pengetahuan yang cukup untuk menciptakan kombinasi bahan *skincare* yang optimal.

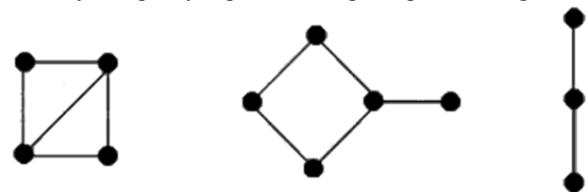
Penyajian kombinasi bahan-bahan *skincare* dapat diilustrasikan sebagai sebuah graf, dan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memastikan bahwa bahan-bahan yang tidak seharusnya digunakan bersamaan dapat dihindari adalah dengan menerapkan algoritma pewarnaan graf.

## II. TEORI DASAR

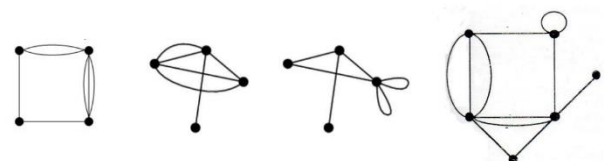
### 2.1 Graf atau *graph*

Menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) Indonesia, graf didefinisikan sebagai kumpulan titik yang dihubungkan oleh garis-garis/sisi dan digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut.

Berdasarkan ada tidaknya gelang dan sisi ganda, graf dibedakan menjadi graf sederhana atau *simple graph* dan graf tak sederhana atau *unsimple graph*. Graf sederhana yaitu graf yang tidak memiliki gelang dan sisi ganda. Sebaliknya, graf tak sederhana yaitu graf yang memiliki gelang atau sisi ganda.

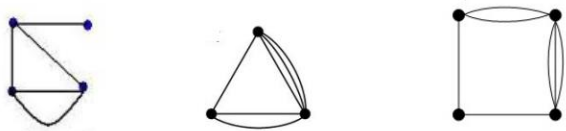


Gambar 2.1.1 Contoh graf sederhana

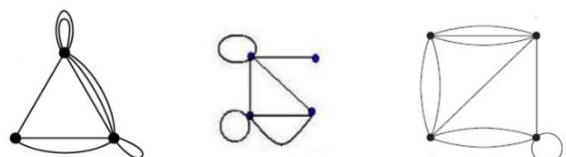


Gambar 2.1.2 Contoh graf tak sederhana

Graf tak sederhana dibedakan lagi menjadi graf ganda atau *multi-graph* dan graf semu atau *pseudo-graph*. Graf ganda yaitu graf yang mengandung sisi ganda, sedangkan graf semu yaitu graf yang mengandung sisi gelang.

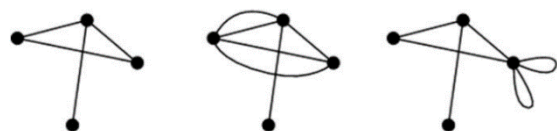


Gambar 2.1.3 Contoh graf ganda

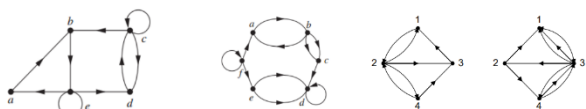


Gambar 2.1.4 Contoh graf semu

Berdasarkan orientasi pada sisinya, graf dibedakan menjadi graf tak-berarah atau *undirected graph* dan graf berarah atau *directed graph*. Graf tak-berarah yaitu graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah. Sebaliknya, graf berarah yaitu graf yang setiap sisinya memiliki orientasi arah.



Gambar 2.1.5 Contoh graf tak-berarah



Gambar 2.1.6 Contoh graf berarah

Beberapa terminologi dalam graf antara lain:

- **Ketetanggaan atau adjacent.**  
Simpul A dan simpul B dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung secara langsung.
- **Bersisian atau incidencey.**  
Sisi  $e = (v_j, v_k)$  bersisian dengan  $v_j$  dan  $v_k$ .
- **Simpul terpencil atau isolated vertex.**  
Simpul terpencil yaitu simpul yang tidak memiliki sisi yang bersisian dengan dirinya sendiri.
- **Graf kosong atau null graph atau empty graph.**  
Graf kosong yaitu graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong, atau dengan kata lain tidak memiliki sisi.

- **Derajat atau degree.**  
Derajat yaitu jumlah sisi yang bersisian dengan suatu simpul.
- **Lintasan atau path.**  
Lintasan artinya barisan sisi yang menghubungkan dua buah simpul.
- **Siklus (cycle) atau sirkuit (circuit).**  
Siklus yaitu lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.
- **Keterhubungan atau connected.**  
Dua buah simpul dikatakan terhubung jika terdapat lintasan yang menghubungkan kedua simpul tersebut.  
Graf terhubung atau *connected graph* yaitu graf yang tiap pasang simpulnya terhubung (tidak ada yang tidak terhubung).
- **Upagraf atau subgraph.**  
Misal  $G = (V, E)$  adalah sebuah graf,  $G_1 = (V_1, E_1)$  adalah upagraf (subgraph) dari  $G$  jika  $V_1 \subseteq V$  dan  $E_1 \subseteq E$ .
- **Cut-set.**  
*Cut-set* yaitu himpunan sisi dari graf  $G$  yang jika dibuang akan menyebabkan  $G$  menjadi tidak terhubung.

## 2.2 Pewarnaan Graf

Algoritma pewarnaan graf adalah metode matematika yang dapat digunakan untuk mewarnai titik-titik pada graf sedemikian rupa sehingga tidak ada dua titik yang berdekatan memiliki warna yang sama. Warna yang diberikan pada titik-titik tersebut harus memenuhi syarat bahwa tidak ada dua titik yang berdekatan memiliki warna yang sama.

Masalah pewarnaan graf adalah masalah untuk menentukan jumlah warna yang minimum yang dibutuhkan untuk mewarnai titik-titik pada graf sedemikian rupa sehingga tidak ada dua titik yang berdekatan memiliki warna yang sama. Ada berbagai macam algoritma pewarnaan graf yang telah dikembangkan. Beberapa algoritma pewarnaan graf yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

- **Algoritma Greedy**  
Algoritma Greedy adalah algoritma pewarnaan graf yang bekerja dengan cara memilih titik-titik pada graf secara greedy. Titik yang dipilih pertama kali adalah titik yang tidak memiliki tetangga yang telah diberi warna. Titik yang dipilih berikutnya adalah titik yang tidak memiliki tetangga yang telah diberi warna yang sama dengan titik yang telah dipilih sebelumnya. Proses ini diulangi hingga semua titik pada graf telah diberi warna.
- **Algoritma Backtracking**

Algoritma Backtracking adalah algoritma pewarnaan graf yang bekerja dengan cara mencoba semua kemungkinan kombinasi warna untuk titik-titik pada graf. Algoritma ini dimulai dengan memberikan warna pertama pada salah satu titik pada graf. Kemudian, algoritma ini akan mencoba memberikan warna kedua pada titik yang tidak memiliki tetangga yang telah diberi warna pertama. Proses ini diulangi hingga semua titik pada graf telah diberi warna.

- **Algoritma Welsh-Powell**

Algoritma Welsh-Powell adalah algoritma pewarnaan graf yang bekerja dengan cara mengurutkan titik-titik pada graf berdasarkan jumlah tetangganya. Titik yang memiliki jumlah tetangga paling banyak akan diberi warna pertama. Titik yang memiliki jumlah tetangga paling sedikit akan diberi warna terakhir. Proses ini diulangi hingga semua titik pada graf telah diberi warna.

## 2.3 Bahan Kimia dalam Skincare

*Skincare* adalah rutinitas perawatan untuk menjaga kesehatan dan kecantikan kulit. Tujuan utama *skincare* adalah untuk menjaga kebersihan kulit, menjaga kelembapan kulit, melindungi kulit dari kerusakan, menyembuhkan masalah kulit, serta meningkatkan penampilan kulit. Untuk mencapai tujuan tersebut, *skincare* menggunakan berbagai bahan aktif yang bekerja dengan cara berbeda-beda.

Beberapa jenis bahan aktif *skincare* yang cukup populer di kalangan industri kosmetik antara lain sebagai berikut.

- **Hyaluronic Acid**

Hyaluronic acid adalah humektan alami yang terdapat di dalam kulit. Ia berfungsi untuk menarik dan mengikat kelembapan pada kulit, sehingga membuat kulit tetap terhidrasi dan tampak kenyal. Hyaluronic acid juga dapat membantu mengurangi munculnya garis-garis halus dan kerutan.

- **Retinol**

Retinol adalah turunan vitamin A yang berfungsi untuk meningkatkan produksi kolagen dan elastin, serta mempercepat pergantian sel kulit. Retinol dapat membantu mengurangi munculnya garis-garis halus dan kerutan, mencerahkan kulit, dan memperbaiki tekstur kulit.

- **Vitamin C**

Vitamin C adalah antioksidan kuat yang dapat membantu melindungi kulit dari kerusakan akibat radikal bebas. Vitamin C juga dapat membantu mencerahkan kulit dan mengurangi hiperpigmentasi.

- **Niacinamide**

Niacinamide adalah vitamin B3 yang berfungsi untuk mengurangi peradangan, mengontrol produksi minyak, dan memperkuat skin barrier. Niacinamide juga dapat membantu memperbaiki tekstur kulit dan mengurangi munculnya pori-pori.

- **Ceramide**

Ceramide adalah lipid alami yang terdapat di dalam skin barrier. Ia berfungsi sebagai "lem" yang menyatukan sel-sel kulit dan mencegah iritasi. Ceramide dapat membantu memperbaiki skin barrier yang rusak, sehingga membuat kulit lebih kuat dan tahan terhadap iritasi.

- **Salicylic Acid**

Salicylic acid adalah beta hydroxy acid (BHA) yang larut dalam minyak. Ia berfungsi untuk mengangkat sel-sel kulit mati dari pori-pori, sehingga membantu mencegah munculnya jerawat dan komedo. Salicylic acid juga memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat membantu mengurangi peradangan jerawat.

- **Glycolic Acid**

Glycolic acid adalah alpha hydroxy acid (AHA) yang larut dalam air. Ia berfungsi untuk mengangkat sel-sel kulit mati dari permukaan kulit, sehingga membantu memperbaiki tekstur kulit dan mencerahkan kulit. Glycolic acid juga dapat membantu meningkatkan produksi kolagen dan elastin.

- **Alpha Arbutin**

Alpha arbutin adalah zat alami yang dapat menghambat produksi melanin, pigmen yang menentukan warna kulit. Alpha arbutin dapat membantu mencerahkan kulit dan mengurangi hiperpigmentasi.

- **Vitamin E**

Vitamin E adalah antioksidan yang dapat membantu melindungi kulit dari kerusakan akibat radikal bebas. Vitamin E juga dapat membantu melembapkan kulit dan mengurangi peradangan.

- **Ferulic Acid**

Ferulic acid adalah antioksidan kuat yang dapat meningkatkan efektivitas antioksidan lainnya, seperti vitamin C dan vitamin E. Ia juga memiliki sifat anti-inflamasi dan anti-aging.

- **Titanium Dioxide dan Zinc Oxide**

Titanium dioxide dan zinc oxide adalah mineral yang berfungsi sebagai pelindung fisik terhadap sinar matahari. Ia memantulkan sinar UVA dan UVB sehingga mencegah kerusakan kulit akibat sinar matahari, seperti sunburn, penuaan dini, dan kanker kulit.

- **Peptide**

Peptide adalah rantai asam amino yang merupakan building blocks protein. Peptide dapat berfungsi untuk meningkatkan produksi kolagen dan elastin, serta memperbaiki tekstur kulit.

- **Caffeine**

Caffeine memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat membantu mengurangi puffiness di bawah mata. Caffeine juga dapat meningkatkan sirkulasi darah di kulit, sehingga membuat kulit tampak lebih cerah dan bercahaya.

Bahan *skincare* yang boleh digunakan bersamaan adalah bahan-bahan yang memiliki sifat dan fungsi yang saling

melengkapi atau tidak saling menghambat. Misalnya, bahan-bahan hydrating agents seperti hyaluronic acid dan glycerin dapat digunakan bersamaan dengan bahan-bahan anti-aging seperti retinol dan vitamin C.

Bahan *skincare* yang tidak boleh digunakan bersamaan adalah bahan-bahan yang memiliki sifat dan fungsi yang saling berlawanan atau dapat menyebabkan reaksi kulit yang tidak diinginkan. Misalnya, bahan-bahan exfoliating agents seperti salicylic acid dan glycolic acid tidak boleh digunakan bersamaan dengan bahan-bahan retinol, karena dapat menyebabkan iritasi kulit.

Berikut adalah beberapa contoh bahan *skincare* yang sebaiknya tidak digunakan secara bersamaan.

- retinol dengan vitamin c;
- retinol dengan salicylic acid;
- retinol dengan glycolic acid;
- retinol dengan ferulic acid;
- retinol dengan peptide;
- retinol dengan caffeine;
- retinol dengan vitamin e;
- retinol dengan alpha arbutin;
- vitamin c dengan salicylic acid;
- vitamin c dengan glycolic acid;
- vitamin c dengan alpha arbutin;
- vitamin c dengan alpha niacinamide;
- glycolic acid dengan salicylic acid;
- glycolic acid dengan caffeine;
- glycolic acid dengan vitamin e;
- glycolic acid dengan alpha arbutin;
- salicylic acid dengan caffeine;
- salicylic acid dengan vitamin e;
- salicylic acid dengan alpha arbutin;
- niacinamide dengan alpha arbutin.

### III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Deklarasi Simpul dan Sisi

Untuk menggambarkan hubungan antarbahan aktif *skincare*, graf menjadi salah satu cara yang dapat diterapkan. Simpul-simpul pada graf merepresentasikan bahan-bahan aktif dalam *skincare*, sedangkan sisi pada graf merepresentasikan hubungan antarbahan aktif *skincare*. Bahan aktif yang sebaiknya tidak digunakan dalam waktu bersamaan direpresentasikan sebagai dua simpul yang bertetangga. Berikut daftar simpul dari bahan-bahan aktif *skincare* pada pembahasan kali ini.

- HA: hyaluronic acid
- R: retinol
- C: vitamin C
- Ni: niacinamide
- Ce: ceramide
- SA: salicylic acid
- GA: glycolic acid
- AA: alpha arbutin

- E: vitamin E
- FA: ferulic Acid
- TD: titanium dioxide
- ZO: zinc oxide
- P: peptide
- Cf: caffeine

Untuk mempermudah pembuatan simpul dan graf maka dilakukan penyingkatan nama bahan-bahan aktif *skincare*.

Berikut hubungan ketetangaan antarsimpul:

- R bertetangga dengan C
- R bertetangga dengan SA
- R bertetangga dengan GA
- R bertetangga dengan FA
- R bertetangga dengan P
- R bertetangga dengan Cf
- R bertetangga dengan E
- R bertetangga dengan AA
- C bertetangga dengan SA
- C bertetangga dengan GA
- C bertetangga dengan AA
- C bertetangga dengan Ni
- GA bertetangga dengan SA
- GA bertetangga dengan Cf
- GA bertetangga dengan E
- GA bertetangga dengan AA
- SA bertetangga dengan Cf
- SA bertetangga dengan E
- SA bertetangga dengan AA
- Ni bertetangga dengan AA

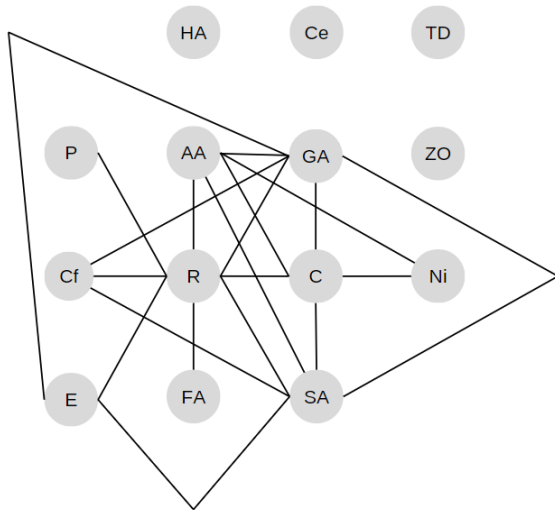
#### B. Matriks Ketetangaan

	HA	R	C	Ni	Ce	SA	GA	AA	E	FA	TD	ZO	P	Cf
HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
C	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Ni	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SA	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
GA	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
AA	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
E	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
FA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cf	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

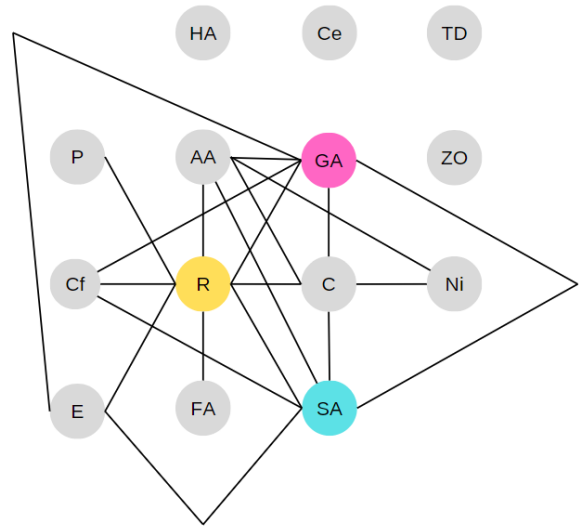
Gambar 3.1 Matriks Ketetangaan

Hubungan ketetangaan antardua simpul direpresenatsikan dengan angka 1, sedangkan yang tidak bertetangga dengan angka 0.

### C. Graf



Gambar 3.2 Graf



Gambar 3.4.2 Pewarnaan Graf Berderajat 6

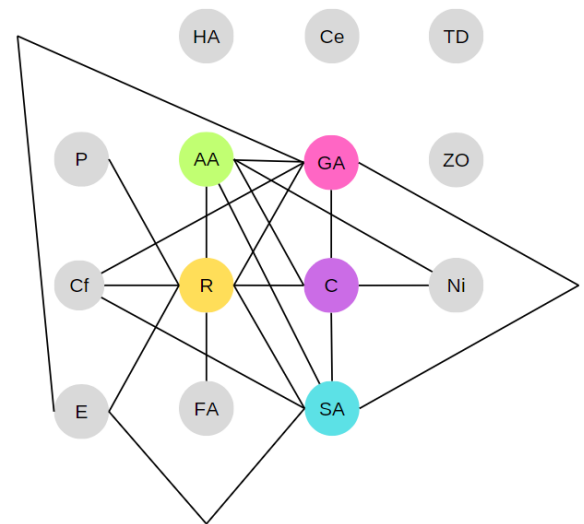
### D. Pewarnaan Graf

Pada pembahasan kali ini, pewarnaan graf akan dilakukan dengan metode *Welch Powell*. Pertama-tama, derajat tiap simpul ditentukan terlebih dahulu. Hasilnya sebagai berikut.

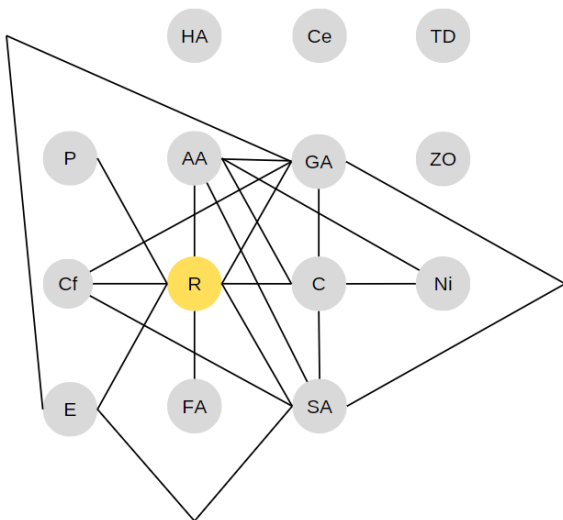
HA	R	C	Ni	Ce	SA	GA	AA	E	FA	TD	ZO	P	Cf
0	8	5	2	0	6	6	5	3	1	0	0	1	3

Gambar 3.3 Daftar Derajat Tiap Simpul

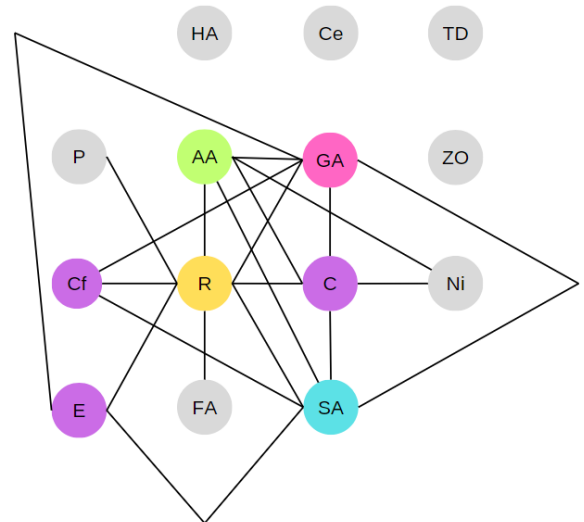
Setelah itu, pewarnaan akan dilakukan mulai dari simpul dengan derajat tertinggi. Berikut salah satu contoh proses pewarnaan graf.



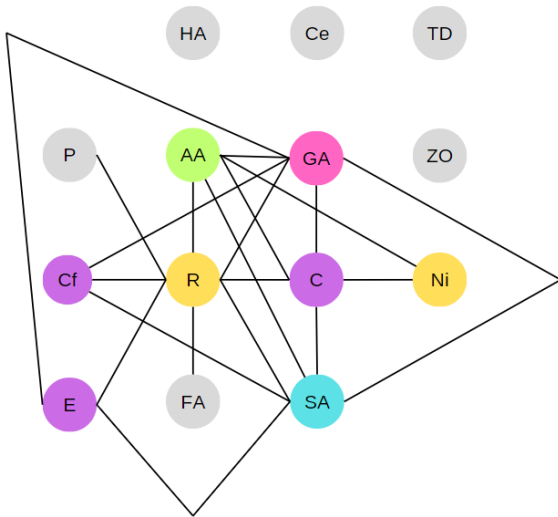
Gambar 3.4.3 Pewarnaan Graf Berderajat 5



Gambar 3.4.1 Pewarnaan Graf Berderajat 8



Gambar 3.4.4 Pewarnaan Graf Berderajat 3



Gambar 3.4.5 Pewarnaan Graf Berderajat 2

Hasil pewarnaan graf:

Kelompok 1: Ha, R, Ni, Ce, TD, ZO

Kelompok 2: C, E, FA, P, Cf

Kelompok 3: SA

Kelompok 4: GA

Kelompok 5: AA

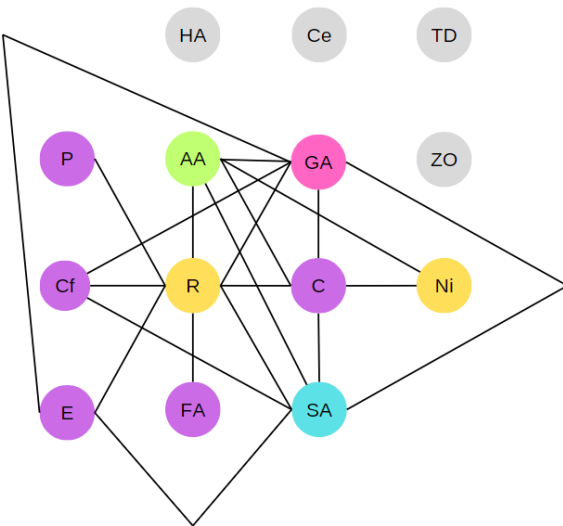
Namun hasil di atas hanya merupakan salah satu kemungkinan. Masih ada banyak kombinasi kelompok yang dapat dibentuk dengan algoritma ini. Hal ini dapat terjadi karena adanya simpul yang dapat diberi lebih dari satu warna, misalnya simpul dengan derajat nol, pada pembahasan di atas, memiliki lima opsi warna.

### E. Program dengan Python

```
def isColorValid(graph, vertex, color, c):
    for i in range(len(graph)):
        if graph[vertex][i] == 1 and color[i] == c:
            return False
    return True
```

Gambar 3.5.1 Fungsi isColorValid

Fungsi isColorValid digunakan untuk mengecek apakah suatu simpul dapat diberikan warna tertentu. Fungsi ini akan memberikan keluaran false jika warna yang diberikan sama dengan warna dari simpul yang bertetangga dengan dirinya.

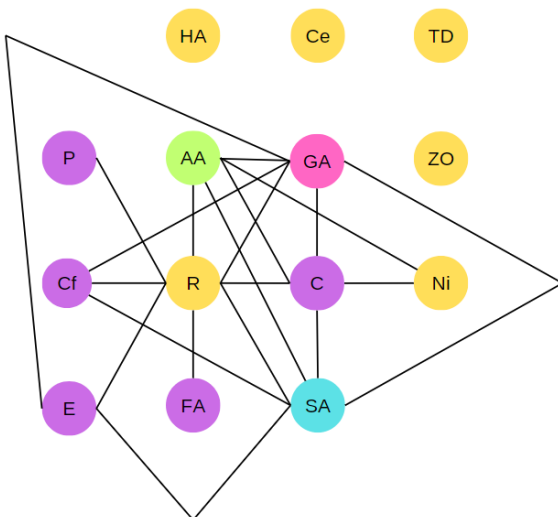


Gambar 3.4.6 Pewarnaan Graf Berderajat 1

```
def graphColoring(graph, numofColor):
    numofVertices = len(graph)
    color = [-1] * numofVertices
    for vertex in range(numofVertices):
        for c in range(numofColor):
            if isColorValid(graph, vertex, color, c):
                color[vertex] = c
                break
    return color
```

Gambar 3.5.2 Fungsi graphColoring

Fungsi graphColoring digunakan untuk memberikan warna pada suatu simpul dengan mengecek terlebih dahulu apakah warna tersebut dapat diberikan dengan memanggil fungsi isColorValid.



Gambar 3.4.7 Pewarnaan Graf Berderajat 0

```
def graphColorList(graph, colors, nodeName):
    result = [[] for _ in range(max(colors) + 1)]
    for i in range(len(graph)):
        result[colors[i]].append(nodeName[i])
    return result
```

Gambar 3.5.3 Fungsi graphColorList

Fungsi graphColorList digunakan untuk mengelompokkan simpul berdasarkan warnanya.



```
graph = [
  [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1],
  [0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1],
  [0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1],
  [0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
  [0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
]
```

Gambar 3.5.4 Graf dalam Bentuk Matriks Ketetanggan

```
# Nama simpul
nodeName = ["HA", "R", "C", "Ni", "Ce", "SA", "GA", "AA", "E", "FA", "TD", "ZO", "P", "Cf"]

# Jumlah warna
numOfColor = 5

# Mewarnai Graf
colors = graphColoring(graph, numOfColor)

# Membuat List
list = graphColorList(graph, colors, nodeName)

# Output
for i, colorList in enumerate(list):
    print(f"Color {i}: {colorList}")
```

Gambar 3.5.5 Fungsi Utama

```
Color 0: ['HA', 'R', 'Ni', 'Ce', 'TD', 'ZO']
Color 1: ['C', 'E', 'FA', 'P', 'Cf']
Color 2: ['SA']
Color 3: ['GA']
Color 4: ['AA']
```

Gambar 3.5.6 Hasil pada Terminal

#### IV. KESIMPULAN

Penentuan kombinasi bahan aktif *skincare* dapat memanfaatkan konsep graf, khususnya algoritma pewarnaan graf. Algoritma ini menghasilkan list-list berisikan simpul dengan warna yang sama, yaitu simpul-simpul yang tidak bertetangga. Dalam pembahasan ini, simpul-simpul yang bertetangga merepresentasikan bahan-bahan aktif *skincare* yang sebaiknya tidak digunakan secara bersamaan. Jadi dalam satu list yang dihasilkan dengan algoritma ini, terdapat bahan-bahan aktif *skincare* yang aman digunakan secara bersamaan.

Namun hasil yang didapatkan pada pembahasan kali ini hanya salah satu kemungkinan saja. Masih terdapat kemungkinan-kemungkinan lain dengan algoritma yang sama maupun berbeda.

Jadi dapat disimpulkan bahwa penerapan pewarnaan graf dengan menggunakan algoritma *Welch Powell* dapat diterapkan untuk menentukan kombinasi bahan aktif *skincare* yang dapat digunakan secara bersamaan.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmatnya penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik dan lancar, sesuai dengan batas waktu yang telah ditetapkan. Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan makalah ini:

- Ibu Fariska Zakhralativa Ruskanda, S.T., M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah matematika diskrit yang telah membimbing penulis selama satu semester penuh dalam mata kuliah ini;
- Orangtua penulis yang selalu mendukung, memberi semangat, dan mendoakan penulis;
- Teman-teman selaku *support system* penulis dalam menyelesaikan makalah ini.

#### REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2020. "Graf (Bag. 1)" <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>, diakses pada 10 Desember 2023.
- [2] Munir, Rinaldi. 2020. "Graf (Bag. 2)" <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian2.pdf>, diakses pada 10 Desember 2023.
- [3] Munir, Rinaldi. 2020. "Graf (Bag. 3)" <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf>, diakses pada 10 Desember 2023
- [4] American Academy of Dermatology Association. 2023. <https://www.aad.org/>, diakses pada 10 Desember 2023.
- [5] Handayani, Dessy, Ely Rosely, RA. Paramita Mayadewi. 2016. "Penerapan Algoritma *Welch Powell* dengan Pewarnaan Graph pada Penjadwalan Mata Pelajaran SMA". Bandung: Universitas Telkom.

#### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 11 Desember 2023



Evelyn Yosiana / 13522083