

Aplikasi Pewarnaan Graf dalam Mengombinasikan Pemakaian Produk *Skincare* dengan Kandungan Bahan Aktif

Shafira Naya Aprisadianti 13519040¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹13519040@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Produk *skincare* adalah produk yang dapat mengatasi berbagai permasalahan kulit. Salah satu produk *skincare* yang sedang tren adalah *skincare* dengan kandungan bahan aktif. Saat ini, pengkombinasian produk *skincare* dengan kandungan bahan aktif sangat digemari karena dinilai efektif dalam mengatasi berbagai permasalahan kulit. Namun, jika kombinasi bahan aktif yang dilakukan tidak tepat dapat menimbulkan masalah pada kulit. Makalah ini akan membahas mengenai penerapan pewarnaan graf dalam mengombinasikan pemakaian produk *skincare* dengan kandungan bahan aktif agar dapat mengatasi masalah kulit yang dihadapi dan terhindar dari iritasi kulit.

Kata kunci—graf, pewarnaan graf, produk *skincare*, bahan aktif.



Gambar 1. Produk dari Brand *Skincare* The Ordinary (Sumber: www.skinstore.com, diakses pada 9 Desember 2020)

I. PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan, pertumbuhan industri *skincare* (produk perawatan kulit) meningkat pesat. Dilansir dari statista.com, pada tahun 2018 pasar kosmetik global tumbuh sebesar 5,5% dari tahun sebelumnya. *Skincare* menjadi kategori terdepan dengan persentase paling besar, yaitu 39% dari pasar global [8]. Di Indonesia, pasar *skincare* diharapkan akan tumbuh sebesar 6,6% per tahunnya pada tahun 2020-2025 [9].

Salah satu tren industri kosmetik dan *skincare* saat ini adalah *clean beauty*. *Clean beauty* didorong oleh banyaknya konsumen yang ingin mengetahui apa saja bahan yang digunakan dalam tubuh mereka. Brand *skincare* atau kosmetik yang menyediakan bahan-bahan organik atau transparan dengan bahan-bahan yang digunakannya semakin digemari oleh konsumen.

Produk *skincare* dengan bahan aktif mulai menjadi tren sejak munculnya brand The Ordinary yang menjual produk-produk dengan nama produk sesuai dengan kandungan bahan aktif dominan yang terdapat pada produk tersebut. Contohnya nama produk seperti “Niacinamide 10% + Zinc 1%”, “AHA 30% + BHA 2% Peeling Solution”, dan lain sebagainya. Sejak saat itu brand-brand lain juga mulai meng-*highlight* bahan aktif pada produk mereka. Hal ini membuat pengguna *skincare* harus mencari tahu lebih lanjut mengenai manfaat atau fungsi dari setiap bahan aktif.

Skincare routine adalah suatu rangkaian pemakaian produk-produk *skincare* di pagi hari atau malam hari. Dalam melakukan *skincare routine*, pengguna *skincare* dapat memakai beberapa produk yang berbeda-beda tergantung jenis produk (*cleanser*, pelembap, *toner*, dan lain-lain) atau bahan aktif yang terkandung di dalamnya. Pemilihan produk-produk yang digunakan pada *skincare routine* tergantung pada *skin concern* (masalah kulit yang dihadapi) dan tipe kulit seperti kulit kering, normal atau kombinasi.

Dalam mengombinasikan pemakaian produk *skincare* yang berbeda, pengguna *skincare* perlu mengetahui bahan-bahan aktif yang terkandung di dalam suatu produk serta bahan aktif apa yang tidak boleh dipakai secara bersamaan. Hal ini untuk mencegah timbulnya masalah kulit seperti iritasi, kemerahan, atau kulit menjadi kering akibat ketidakcocokan antara dua bahan aktif.

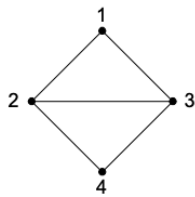
Makalah ini dibuat oleh penulis dengan harapan agar membantu pembaca dalam mengombinasikan pemakaian produk *skincare* dengan kandungan bahan aktif agar kombinasinya tepat sehingga efektif dalam mengatasi permasalahan kulit dan tidak menimbulkan iritasi atau masalah kulit lainnya.

II. LANDASAN TEORI

A. Graf

Secara matematis, graf didefinisikan sebagai pasangan

himpunan (V, E) , ditulis dengan notasi $G = (V, E)$, dengan V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul. Dengan kata lain, graf boleh tidak mempunyai sisi satu buah pun, tetapi harus mempunyai simpul minimal satu.



Gambar 2. Contoh Graf Sederhana
(Sumber:

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> diakses pada 11 Desember 2020)

Simpul pada graf dapat dinomori dengan angka ataupun huruf. Sedangkan sisi yang menghubungkan simpul u dengan simpul v dinyatakan dengan pasangan (u, v) yang dinyatakan dengan lambang e .

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka graf dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Graf sederhana (*simple graph*)

Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda. Pada graf sederhana, sisi adalah pasangan tak-terurut (*unordered pairs*). Jadi, (u, v) dan (v, u) adalah sisi yang sama.

2. Graf tak-sederhana (*unsimple graph*)

Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi ganda atau gelang. Ada dua macam graf tak sederhana, yaitu graf ganda (*multigraph*) dan graf semu (*pseudograph*). Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda (dua atau lebih). Graf semu adalah graf yang mengandung gelang (*loop*).

Berdasarkan ada atau tidaknya arah pada suatu graf, maka graf dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Graf tak-berarah (*undirected graph*)

Graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah. Pada graf tak-berarah, urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan. Jadi, (u, v) dan (v, u) adalah sisi yang sama.

2. Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*)

Graf berarah merupakan graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Sisi berarah disebut busur (*arc*). Pada graf berarah, (u, v) dan (v, u) menyatakan busur yang berbeda. Pada graf berarah, gelang diperbolehkan, tetapi sisi ganda tidak diperbolehkan.

Terdapat beberapa terminologi atau istilah pada graf, yaitu:

1. Ketetangaan (*Adjacent*)

Dua buah simpul pada graf dikatakan bertetangga jika kedua simpulnya terhubung langsung dengan sebuah sisi. Dengan kata lain, u bertetangga dengan v jika (u, v) adalah sebuah sisi pada graf.

2. Bersisian (*Incidency*)

Suatu sisi pada graf dikatakan bersisian dengan dua simpul yang dihubungkannya. Untuk sembarang sisi $e = (u, v)$, sisi e dikatakan bersisian dengan simpul u dan simpul v .

3. Simpul Terpencil (*Isolated Vertex*)

Simpul terpencil adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya. Simpul ini tidak bertetangga dengan simpul lainnya.

4. Graf Kosong (*Null Graph*)

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong, atau tidak memiliki sisi satu pun. Graf kosong dapat mengandung satu atau lebih simpul yang tidak terhubung dengan sisi.

5. Derajat (*Degree*)

Derajat suatu simpul pada graf tak-berarah adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Derajat simpul v dinyatakan oleh notasi $d(v)$.

Pada graf berarah, derajat suatu simpul dibedakan menjadi dua macam untuk membedakan antara simpul asal dan simpul terminal. Derajat simpul v dinyatakan dengan $d_{in}(v)$ dan $d_{out}(v)$. Dalam hal ini, $d_{in}(v)$ adalah derajat masuk (*in-degree*) yaitu jumlah busur yang masuk ke simpul v dan $d_{out}(v)$ adalah derajat keluar (*out-degree*) yaitu jumlah busur yang keluar dari simpul v . Maka, pada graf berarah jumlah derajat dirumuskan dengan $d(v) = d_{in}(v) + d_{out}(v)$.

6. Lintasan (*Path*)

Lintasan dengan panjang n dari simpul awal a ke simpul tujuan b dalam suatu graf adalah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang menunjukkan arah dari simpul a ke simpul b melewati beberapa simpul dan beberapa sisi sebanyak n .

Lintasan sederhana (*simple path*) adalah lintasan yang semua simpulnya berbeda (setiap sisi yang dilalui hanya satu kali). Lintasan tertutup (*closed path*) adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama, sedangkan lintasan terbuka (*open path*) adalah lintasan yang tidak berawal dan berakhir pada simpul yang sama.

7. Siklus (*Cycle*) atau Sirkuit (*Circuit*)

Lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus. Sebuah sirkuit dikatakan sirkuit sederhana jika setiap sisi yang dilalui berbeda. Pada sirkuit sederhana, sebuah sisi tidak boleh dilalui lebih dari sekali.

8. Keterhubungan (*Connected*)

Suatu graf disebut graf terhubung jika setiap pasang simpul di dalam graf terhubung. Hal ini berarti setiap pasang simpul u dan v di dalam himpunan V terdapat lintasan dari u ke v (juga harus ada lintasan dari v ke u). Jika tidak terdapat lintasan, maka graf disebut graf tak-terhubung (*disconnected graph*).

9. Upagraf (*Subgraph*) dan Komplemen Upagraf

Misalkan $G = (V, E)$ adalah sebuah graf, $G_1 = (V_1, E_1)$ adalah upagraf (*subgraph*) dari G jika $V_1 \subseteq V$ dan $E_1 \subseteq E$. Komplemen dari upagraf G_1 terhadap graf G adalah graf $G_2 = (V_2, E_2)$ sedemikian sehingga $E_2 = E - E_1$ dan V_2 adalah himpunan simpul yang anggota-anggota E_2 bersisian dengannya.

Jika graf tidak terhubung, maka graf tersebut terdiri atas beberapa komponen terhubung (*connected component*). Komponen terhubung (atau disebut “komponen” saja) adalah upagraf terhubung dari graf G yang tidak terdapat di dalam upagraf terhubung dari G yang lebih besar. Ini artinya setiap komponen terhubung di dalam graf G saling lepas (*disjoint*).

10. Upagraf Merentang (*Spanning Subgraph*)

Upagraf $G_1 = (V_1, E_1)$ dari $G = (V, E)$ disebut upagraf

merentang jika $V_1 = V$. Dengan kata lain, sebuah upagraf disebut upagraf merentang dari graf G jika upagraf tersebut mengandung semua simpul dari G .

11. Cut-Set

Cut-set atau jembatan (*bridge*) adalah himpunan sisi yang apabila dibuang dari graf menyebabkan graf tersebut tidak terhubung (menjadi dua buah komponen terhubung). Di dalam *cut-set* tidak boleh mengandung himpunan bagian yang juga *cut-set*, sehingga *cut-set* yang dimaksud adalah *fundamental cut-set*.

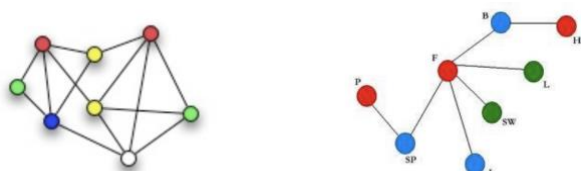
12. Graf Berbobot (*Weighted Graph*)

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi bobot. Bobot dapat menyatakan hal yang berbeda tergantung pada masalah yang dimodelkan dengan graf. Bobot dapat menyatakan jarak, biaya, waktu tempuh, dan sebagainya.

B. Pewarnaan Graf

Beberapa aplikasi graf adalah lintasan terpendek (*shortest path*), persoalan pedagang keliling (*traveling salesperson problem*), dan persoalan tukang pos Cina (*Chinese postman problem*), dan pewarnaan graf (*graph coloring*). Pada makalah ini akan dibahas aplikasi dari pewarnaan graf.

Ada tiga macam persoalan pewarnaan graf, yaitu pewarnaan simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah. Makalah ini hanya membahas pewarnaan simpul saja. Pewarnaan simpul adalah memberi warna simpul-simpul di dalam graf sedemikian sehingga setiap dua simpul yang bertetangga mempunyai warna yang berbeda.



Gambar 3. Pewarnaan graf

(Sumber:

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf>, diakses pada 11 November 2020)

Bilangan kromatik graf G , disimbolkan dengan $\chi(G)$ adalah jumlah warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai simpul pada graf. Suatu graf G yang mempunyai bilangan kromatik k ditulis dengan $\chi(G) = k$.

Beberapa graf tertentu dapat langsung ditentukan bilangan kromatiknya, yaitu:

1. Graf kosong N_n memiliki $\chi(G) = 1$, karena semua simpulnya tidak terhubung. Jadi, untuk mewarnai simpul hanya dibutuhkan satu warna.
2. Graf lengkap K_n memiliki $\chi(G) = n$, karena semua simpul saling terhubung sehingga dibutuhkan n warna.
3. Graf bipartit $K_{m,n}$ memiliki $\chi(G) = 2$, satu untuk simpul-simpul di V_1 dan satu untuk simpul-simpul di V_2 .
4. Graf lingkaran dengan n ganjil memiliki $\chi(G) = 3$, sedangkan untuk n genap maka $\chi(G) = 2$.

5. Sembarang pohon T memiliki $\chi(T) = 2$.

Appel dan Haken mengemukakan sebuah teorema yaitu bilangan kromatik graf planar tidak lebih dari 4.

Terdapat algoritma pewarnaan graf yang mangkus yaitu Algoritma Welch-Powell. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Urutkan simpul-simpul dari G dalam derajat yang menurun (urutan seperti ini mungkin tidak unik karena ada beberapa simpul berderajat sama).
2. Gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama, yaitu simpul berderajat tertinggi, dan simpul-simpul lain yang tidak bertetangga dengan simpul pertama.
3. Selanjutnya warnai simpul derajat tertinggi di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua.
4. Ulangi penambahan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai.

C. Bahan Aktif pada Produk Skincare

Berdasarkan U.S. Food & Drug Administration, *active ingredients* atau bahan aktif adalah komponen sebuah obat atau produk yang memiliki tujuan untuk memberi efek secara langsung dan spesifik dalam diagnosis, penyembuhan, atau pencegahan suatu penyakit [16]. Dalam konteks produk *skincare*, bahan aktif pada *skincare* adalah komponen atau bahan pada produk *skincare* yang memberi efek secara langsung dan spesifik pada masalah kulit tertentu. Misalnya, bahan aktif berupa *salicylic acid* dan *benzoyl peroxide* yang dapat mengobati jerawat, atau *hyaluronic acid* yang dapat mengatasi masalah dehidrasi pada kulit.

Ada banyak bahan aktif yang sering ditemui pada kandungan sebuah produk *skincare*, beberapa di antaranya adalah sebagai berikut.

1. AHA

Alpha hydroxy acid (AHA) bekerja dengan menormalisasi *stratum corneum* dengan mengurangi ketebalannya melalui eksfoliasi dan menghasilkan struktur yang lebih padat, mengaktifasi *hyaluronic acid*, dan menghidrasi kulit dengan kandungan kelembapan alami. Kegunaan AHA bagi kulit diantaranya mengurangi garis-garis halus, kerutan, mencerahkan dan memperhalus kulit, serta mengobati permasalahan kulit seperti jerawat, eczema, dan *hyperpigmentation*.

Kandungan AHA sering ditemukan pada produk pengeksfoliasi kulit seperti *exfoliating serum* dan *exfoliating toner*, yang biasanya diklaim dapat mengobati jerawat.

2. BHA

Sama dengan AHA, *beta hydroxy acid* (BHA) juga bekerja dengan mengurangi ketebalan dari *stratum corneum* melalui eksfoliasi permukaan. BHA sering ditemukan pada produk pengeksfoliasi kulit seperti *exfoliating toner*, *exfoliating serum*, dan produk untuk mengatasi jerawat.

3. Hyaluronic Acid

Hyaluronic acid terdapat secara alami pada bagian kulit dermis. Bahan ini berguna untuk meregulasi aktivitas kulit, seperti elastisitas, kadar air, dan distribusi nutrisi. *Hyaluronic*

acid dapat menyerap air dan struktur molekul yang besar. *Hyaluronic acid* juga memiliki kegunaan untuk meremajakan kulit serta menjaga kekenyalan kulit. *Hyaluronic acid* berperan sebagai pelembap alami dan sangat baik dalam menghidrasi kulit, sehingga bahan ini sering ditemukan pada produk pelembab, *hydrating toner*, dan *hydrating serum*. Bahan ini aman dan sangat baik untuk dikombinasikan dengan bahan aktif lainnya.

4. Niacinamide

Niacinamide adalah turunan dari *niacin* dan bagian dari vitamin B. Niacinamide berfungsi dalam membuat proteksi pada *skin barrier* serta mengatasi iritasi dan kemerahan pada kulit.

5. Retinol

Retinol berfungsi untuk mempercepat regenerasi sel untuk meningkatkan tekstur dan meratakan warna kulit, serta mencegah munculnya komedo. Retinol juga berguna untuk mengatasi masalah penuaan pada kulit, seperti garis halus dan kerutan. Selain itu, retinol memiliki kemampuan anti-oksidan dan dapat memproteksi kulit saat terkena sinar UV.

Jika retinol digunakan terlalu lama atau konsentrasinya terlalu tinggi dapat menyebabkan kulit terasa kering, bahkan pada kulit sensitif bisa menyebabkan dermatitis. Retinol biasa ditemukan pada produk *anti-aging* dan banyak digunakan oleh orang berumur di atas 20 tahun karena manfaatnya dalam mencegah tanda-tanda penuaan.

6. Vitamin C

Utamanya, vitamin C berfungsi sebagai anti-oksidan. Vitamin C memiliki banyak fungsi bagi kulit, seperti memproteksi kulit dari radikal bebas, bahaya sinar matahari, serta polusi yang dapat menyebabkan munculnya bintik hitam dan kerutan. Vitamin C sering ditemukan dalam produk *anti-aging*.

7. Hydroquinone

Hydroquinone biasa digunakan pada krim pemutih. Pemakaian pada wajah dapat menyebabkan reaksi alergi dan meningkatkan sensitivitas kulit terhadap matahari. Bahan ini bersifat komedogenik atau berpotensi menimbulkan komedo.

8. Benzoyl Peroxide

Benzoyl peroxide bekerja dengan cara berpenetrasi ke dalam pori-pori dan melepaskan oksigen yang mematikan bakteri *P. acnes*. Sehingga, bahan ini banyak digunakan dalam obat jerawat. *Benzoyl peroxide* dapat menyebabkan iritasi bagi orang yang memiliki kulit sensitif.

9. Salicylic Acid

Salicylic acid termasuk BHA dengan manfaat khas yaitu *anti-inflammatory* atau dapat menyembuhkan peradangan. *Salicylic acid* bekerja dengan menetralkan bakteri penyebab jerawat serta membersihkan pori-pori. *Salicylic acid* banyak ditemukan pada produk untuk mengatasi masalah kulit seperti jerawat, psoriasis, dan rosacea. Jika digunakan dalam konsentrasi tinggi, *salicylic acid* dapat menyebabkan kemerahan pada kulit dan kulit menjadi kasar.

10. Glycolic Acid

Glycolic acid adalah bentuk paling sederhana dari AHA. Seperti AHA, *glycolic acid* berfungsi sebagai eksfoliator yang mengeksfoliasi sel-sel kulit mati.

Bahan *glycolic acid* banyak ditemui pada produk *anti-aging* karena manfaatnya dalam menghidrasi, melembapkan, serta

mengurangi garis-garis halus dan kerutan pada wajah. Selain itu, bahan ini juga dapat membuat kulit menjadi lebih halus, sehat, dan terlihat lebih muda.

D. Kombinasi Bahan Aktif pada Produk Skincare yang Perlu Dihindari

Dalam mengombinasikan bahan aktif, perlu diperhatikan bahwa ada beberapa bahan aktif yang bagus untuk dikombinasikan (akan lebih bermanfaat pada kulit) tapi ada beberapa bahan aktif yang tidak boleh dikombinasikan karena dapat menyebabkan masalah kulit jika dikombinasikan. Beberapa kombinasi bahan aktif yang perlu dihindari yaitu:

1. Hydroquinone dan Benzoyl Peroxide [11]

Benzoyl peroxide banyak digunakan sebagai obat total jerawat, sementara *hydroquinone* banyak digunakan pada produk yang memutihkan atau mencerahkan yang berguna untuk menyamarkan bekas jerawat atau bitnik hitam. Jika keduanya digabungkan dapat menimbulkan noda atau pigmentasi pada kulit, meskipun noda yang muncul tidak permanen.

2. Retinol dan Vitamin C [11]

Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yang memproteksi kulit dari sinar matahari dan polutan, mencerahkan bitnik hitam dan membentuk kolagen untuk menghilangkan garis-garis halus pada kulit. Retinol mirip dengan vitamin C dan retinol banyak ditemukan pada produk *anti-aging*.

Vitamin C dan retinol berbeda dari segi lingkungan pH. Vitamin C dapat berfungsi dengan baik pada pH kurang dari 3.5, sedangkan retinol pada kisaran pH 5.5-6. Jika kedua bahan aktif ini dikombinasikan, maka akan mengurangi keefektifan dari kedua bahan tersebut dan dapat menyebabkan iritasi terutama pada kulit sensitif. Untuk menyiasati hal tersebut, vitamin C dapat digunakan pada pagi hari dan retinol digunakan pada malam hari.

3. Salicylic Acid dan Glycolic Acid [11]

Salicylic acid dan *glycolic acid* adalah bahan yang berguna untuk mengeksfoliasi kulit. Jika keduanya dipakai pada saat yang bersamaan, kemungkinan akan menyebabkan *over exfoliate* dan dapat berujung pada mempercepat proses penuaan pada kulit. Selain itu, penggunaan kedua bahan ini secara bersamaan juga dapat menyebabkan iritasi. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan produk *skincare* bahan aktif ini dapat diselang-seling atau menggunakan salah satunya saja pada pagi hari maupun malam hari.

4. Benzoyl Peroxide dan Retinol [11]

Benzoyl peroxide sering digunakan untuk produk obat jerawat. Jika dikombinasikan dengan retinol yang umumnya digunakan dalam produk anti-aging, akan menyebabkan kulit menjadi overstimulasi dan dapat menyebabkan iritasi seperti dehidrasi, kemerahan, luka, dan pengelupasan kulit. Untuk mensiasatinya, bisa menggunakan *benzoyl peroxide* pada *skincare routine* pagi hari dan retinol untuk malam hari.

5. Salicylic Acid dan Retinol [4]

Salicylic acid dan retinol jika digunakan bersamaan dapat menyebabkan kulit kering dan menjadi bersisik. Untuk mengatasinya, *salicylic acid* dapat digunakan pada pagi hari dan retinol digunakan pada malam hari.

6. Retinol dan AHA/BHA [11]

AHA/BHA sering digunakan sebagai produk eksfoliasi, sedangkan retinol sering ditemui pada produk *anti-aging*. Jika bahan aktif ini dipakai bersamaan akan menyebabkan kulit menjadi sangat kering, kemerahan, dan iritasi. Untuk menyiasatinya, bisa menggunakan AHA/BHA pada pagi hari dan retinol untuk malam hari.

7. Niacinamide dengan AHA/BHA [2]

Niacinamide adalah bahan skincare yang membantu memperbaiki struktur kulit. Niacinamide berfungsi dengan baik pada pH netral, sedangkan AHA berfungsi dengan baik pada pH yang sangat rendah. Jika kedua bahan ini digabungkan, bisa menyebabkan iritasi atau kulit menjadi kemerahan. Manfaat kedua bahan aktif tersebut pun menjadi hilang.

8. Benzoyl Peroxide dan Vitamin C [11]

Vitamin C merupakan bahan aktif yang berfungsi sebagai antioksidan. Jika dikombinasikan dengan *benzoyl peroxide*, *benzoyl peroxide* akan mengoksidasi vitamin C sehingga sifat antioksidannya berkurang. Jika produk pembersih wajah mengandung *benzoyl peroxide*, dapat menunggu sekitar 10 menit untuk mengaplikasikan produk yang mengandung vitamin C.

9. Vitamin C dan AHA/BHA [7]

Meskipun disebut sebagai vitamin, vitamin C tetap sebuah asam. AHA/BHA juga termasuk bahan yang bersifat asam. Jika dua bahan yang bersifat asam dikombinasikan, dapat menyebabkan iritasi kulit seperti kulit terasa kering dan mengelupas. Selain itu juga dapat menyebabkan kemerahan dan inflamasi. Untuk mengatasinya, vitamin C bagus digunakan pada pagi hari dan AHA/BHA dapat digunakan pada malam hari.

10. Niacinamide dan Vitamin C [1]

Jika keduanya digabungkan, kedua bahan aktif tersebut menjadi *inactive ingredient* sehingga tidak dapat dirasakan lagi manfaatnya. Selain itu juga dapat menyebabkan kemerahan dan memungkinkan munculnya jerawat. Untuk menyiasatinya, penggunaan produk skincare dengan bahan aktif *niacinamide* dan vitamin C dapat dijeda sekitar 30 menit.

11. Benzoyl Peroxide dan AHA/BHA [4]

AHA/BHA merupakan bahan aktif yang biasa digunakan untuk eksfoliasi, sedangkan *benzoyl peroxide* merupakan bahan yang biasa digunakan untuk mengobati jerawat. Jika keduanya dipakai bersamaan, kemungkinan akan mengiritasi kulit karena keduanya merupakan eksfoliator. Eksfoliasi cukup dilakukan satu sampai dua kali seminggu agar kulit tidak mengalami *overexfoliate*.

III. APLIKASI PEWARNAAN GRAF

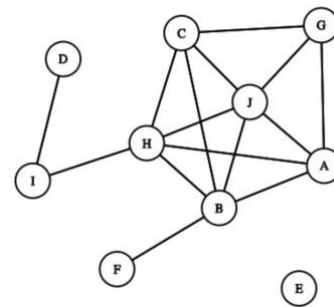
Dari informasi mengenai beberapa kombinasi bahan aktif yang tidak boleh digunakan secara bersamaan, didapatkan tabel di bawah ini.

Simpul	Bahan Aktif	Bahan Aktif yang Tidak Boleh Dipakai Bersamaan
A	AHA	Benzoyl peroxide, niacinamide, retinol, vitamin C

B	Benzoyl peroxide	AHA, BHA, hydroquinone, retinol, vitamin C
C	BHA	Benzoyl peroxide, niacinamide, retinol, vitamin C
D	Glycolic acid	Salicylic acid
E	Hyaluronic acid	-
F	Hydroquinone	Benzoyl peroxide
G	Niacinamide	AHA, BHA, vitamin C
H	Retinol	AHA, benzoyl peroxide, BHA, salicylic acid, vitamin C
I	Salicylic acid	Glycolic acid, retinol
J	Vitamin C	AHA, benzoyl peroxide, BHA, niacinamide, retinol

Tabel 1. Representasi tabel dari kombinasi bahan aktif yang perlu dihindari

Tabel kemudian direpresentasi dalam bentuk graf, dengan simpul menyatakan bahan aktif. Hubungan sisi antara dua simpul menyatakan hubungan antara dua bahan aktif yang tidak boleh dipakai secara bersamaan. Graf terdapat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Representasi Graf untuk Permasalahan Kombinasi Bahan Aktif (Sumber: Dokumen Pribadi)

Dari representasi graf, dapat dilihat bahwa graf memiliki 10 buah simpul dan 15 buah sisi. Terdapat satu buah simpul terencil yaitu simpul E. Selanjutnya akan dilakukan pewarnaan graf dengan Algoritma Welch-Powell.

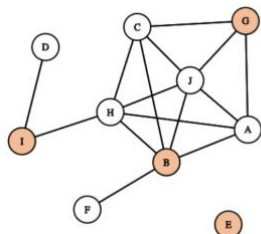
Langkah pertama adalah mengurutkan simpul-simpul dari graf dengan derajat menurun. Hasil pengurutan terdapat pada tabel di bawah ini.

Simpul	Jumlah Derajat
B	5
H	5
J	5
A	4
C	4
G	3
I	2
D	1
F	1
E	0

Tabel 2. Hasil pengurutan jumlah derajat tiap simpul

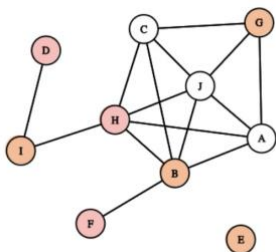
Dari tabel di atas, jumlah derajat beberapa simpul sama. Ini menyebabkan pewarnaan graf akan menghasilkan beberapa kemungkinan. Dengan kata lain, solusi yang dihasilkan tidak unik.

Selanjutnya, simpul pertama dengan derajat tertinggi yaitu B akan diwarnai dengan warna jingga. Simpul-simpul yang tidak bertetangga dengan simpul B yaitu simpul G, I, dan E juga diwarnai dengan warna jingga. Graf hasil pewarnaan langkah pertama terdapat pada gambar di bawah ini.



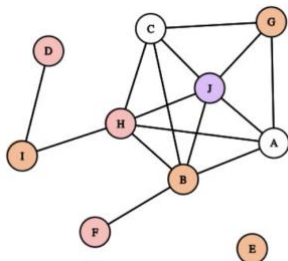
Gambar 5. Langkah Pertama dari Proses Pewarnaan Graf (Sumber: Dokumen Pribadi)

Selanjutnya, simpul H akan diwarnai dengan warna merah muda. Simpul-simpul yang tidak bertetangga dengan simpul H yaitu simpul D dan F juga diwarnai dengan warna merah muda. Graf hasil pewarnaan langkah kedua terdapat pada gambar di bawah ini.



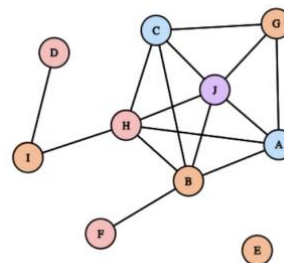
Gambar 6. Langkah Kedua dari Proses Pewarnaan Graf (Sumber: Dokumen Pribadi)

Setelah itu, simpul J akan diwarnai dengan warna ungu. Graf hasil pewarnaan langkah ketiga terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Langkah Ketiga dari Proses Pewarnaan Graf (Sumber: Dokumen Pribadi)

Lalu, simpul sisanya yang belum diwarnai yaitu simpul A dan C diwarnai dengan warna biru. Graf hasil pewarnaan langkah keempat terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Langkah Keempat dari Proses Pewarnaan Graf (Sumber: Dokumen Pribadi)

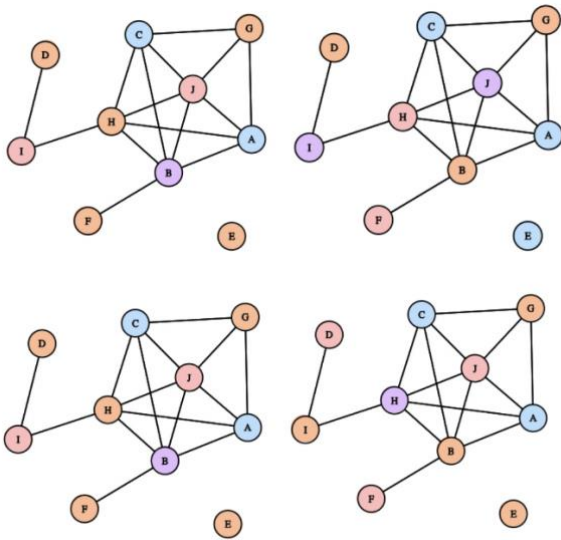
Setelah semua simpul diwarnai, maka proses pewarnaan graf selesai. Berdasarkan pewarnaan graf, dapat disimpulkan bahwa bilangan kromatik graf adalah 4, karena dibutuhkan 4 warna untuk mewarnai graf. Hal ini menandakan ada empat kombinasi bahan aktif skincare yang dapat digunakan secara bersamaan. Kombinasi pertama yaitu yang berwarna jingga, yaitu simpul B, E, G, dan I. Kedua, simpul yang berwarna merah muda yaitu D, F, dan H. Simpul yang berwarna ungu yaitu J dan terakhir adalah simpul yang berwarna biru yaitu A dan C. Solusi ditampilkan pada tabel berikut ini.

No	Bahan Aktif yang Dapat Dikombinasikan
1	Benzoyl peroxide, hyaluronic acid, niacinamide, salicylic acid
2	Glycolic acid, hydroquinone, retinol
3	Vitamin C
4	AHA dan BHA

Tabel 3. Salah satu alternatif solusi persoalan kombinasi bahan aktif

Solusi di atas bermakna bahwa seorang pengguna *skincare* dapat menggunakan produk skincare dengan bahan aktif *benzoyl peroxide*, *hyaluronic acid*, *niacinamide*, dan *salicylic acid* secara bersamaan, misalnya produk-produk tersebut digunakan pada pagi hari. Lalu untuk malam harinya dapat menggunakan serangkaian produk berbahan *glycolic acid*, *hydroquinone*, dan retinol. Selain itu, bisa juga menggunakan AHA dan BHA untuk pagi hari dan vitamin C untuk malam hari. Alternatif lain adalah menggunakan produk berbahan aktif vitamin C pada pagi hari dan menggunakan produk-produk dengan *glycolic acid*, *hydroquinone*, dan retinol untuk malam hari. Ada banyak alternatif yang dapat dipilih sesuai preferensi setiap orang, dengan mempertimbangkan permasalahan kulit yang sedang dihadapi (*skin concern*).

Perlu diingat bahwa solusi ini bukan merupakan solusi satu-satunya karena ada berbagai kombinasi yang dapat dilakukan, namun bilangan kromatiknya tetap 4. Gambar berikut ini merupakan berbagai alternatif graf hasil penerapan pewarnaan graf.



Gambar 9. Beberapa Alternatif Solusi Pewarnaan Graf
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Dari beberapa alternatif solusi di atas, dapat disimpulkan bahwa simpul terpercil, yaitu simpul E yang menyatakan bahan aktif berupa *hyaluronic acid* sebenarnya dapat diwarnai dengan warna apa saja karena tidak memiliki simpul yang bertetangga dengannya. Hal ini menunjukkan bahwa bahan *hyaluronic acid* dapat dikombinasikan dengan bahan apa saja dan tidak menimbulkan masalah kulit apa pun. Hal ini dikarenakan *hyaluronic acid* merupakan bahan aktif yang sangat berguna dalam menghidrasi kulit dan menjaga kelembapan kulit, sehingga bagus untuk digunakan bersama bahan lain.

IV. KESIMPULAN

Teori graf merupakan salah satu pokok bahasan dalam Matematika Diskrit yang penerapannya banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah persoalan kombinasi produk skincare dengan bahan aktif yang dapat diselesaikan dengan menerapkan pewarnaan simpul graf, yaitu mewarnai setiap simpul sehingga tidak ada simpul bertetangga yang memiliki warna yang sama. Dengan demikian, kombinasi produk yang tepat dapat ditemukan serta dapat mencegah munculnya permasalahan kulit akibat salah melakukan kombinasi. Hal ini akan bermanfaat bagi para *skincare enthusiast* yang gemar mencoba berbagai produk *skincare* yang memiliki kandungan bahan aktif yang berbeda-beda. Selain pewarnaan graf, masih terdapat penerapan lain dari teori graf di dalam dunia *skincare*, misalnya penggunaan graf berarah untuk memodelkan *skincare routine* (rangkaian penggunaan produk *skincare*).

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah swt., berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah dengan tepat waktu. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Nur Ulfa Maulidevi sebagai dosen pengampu mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit kelas 04 yang telah membimbing penulis

during one semester. The author also expresses gratitude to family and friends who have provided support to the author.

REFERENSI

- [1] <https://eightsaintsskincare.com/blogs/page-eight/the-do-s-and-don-ts-of-mixing-skincare-ingredients>, diakses pada 6 Desember 2020.
- [2] <https://honestyforyourskin.co.uk/skincare-ingredients-you-should-never-mix/>, diakses pada 7 Desember 2020.
- [3] <https://insights.stylight.com/reports/skincare-2020-whats-next/>, diakses pada 9 Desember 2020.
- [4] <https://theeverygirl.com/the-skincare-combinations-to-avoid/>, diakses pada 6 Desember 2020.
- [5] <https://theklog.co/skincare-ingredients-to-avoid-mixing/>, diakses pada 9 Desember 2020.
- [6] <https://www.dermstore.com/blog/skin-care-ingredients-dictionary/>, diakses pada 9 Desember 2020.
- [7] <https://www.popsugar.com/beauty/Skincare-Ingredients-You-Should-Never-Mix-44448233>, diakses pada 6 Desember 2020.
- [8] <https://www.refinery29.com/en-gb/skincare-ingredients-not-to-mix>, diakses pada 6 Desember 2020.
- [9] <https://www.statista.com/outlook/70020000/120/skin-care/indonesia>, diakses pada 9 Desember 2020.
- [10] <https://www.statista.com/statistics/254612/global-skin-care-market-size/>, diakses pada 9 Desember 2020.
- [11] https://www.thegoodfaceproject.com/articles/worst_ingredient_combinations, diakses pada 6 Desember 2020.
- [12] <https://www.thehealthy.com/beauty/face-body-care/skin-care-ingredients-you-shouldnt-mix/>, diakses pada 6 Desember 2020.
- [13] <https://www.instyle.com/beauty/mixing-skincare-ingredients>, diakses pada 6 Desember 2020.
- [14] R. Munir. 2016. Matematika Diskrit. Bandung: Departemen Teknik Informatika.
- [15] M. V. Michalun dan J. C. Dinardo. 2015. Milady Skin Care and Cosmetic Ingredients Dictionary, Fourth Edition. New York: Cengage Learning.
- [16] U.S. Food and Drug Administration, 21 C.F.R. § 210.3 (2019)

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.

Jakarta, 9 Desember 2020

Shafira Naya Aprisadianti 13519040