

PEMANFAATAN GRAF DALAM CABANG ILMU BIOLOGI

Daniel - 13511068

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13511068@std.itb.ac.id

Abstrak—Dalam ilmu Biologi, ada hal yang sulit untuk dipelajari karena penulisan dengan kata-kata yang sangat banyak dan bertele-tele. Oleh karena itu, ada teori graf yang membantu dalam menyederhanakan kata-kata tersebut dan memudahkan dalam mempelajari berbagai hubungan yang ada di alam ini. Dengan adanya graf, maka kita dapat dengan mudah melihat hubungan suatu hal dengan hal lainnya. Dari hubungan itu, kita dapat melihat masalah yang dapat muncul dari suatu hal, dan menemukan penyelesaian dari masalah tersebut.

Kata Kunci—Biologi, Graf, Hubungan, penyederhanaan

I. PENDAHULUAN

Graf (*graph*) merupakan salah satu konsep pada matematika diskrit yang sering digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut.

Konsep graf pada Struktur Diskrit dapat digunakan secara luas, salah satunya pada ilmu Biologi. Untuk menunjukkan keterhubungan suatu hal dengan hal lainnya, misal pada pembentukan daur biogeokimia.

Penggunaan graf pada makalah ini, berguna untuk mencari penyelesaian masalah yang ada pada graf yang dibentuk serta, mencari tahu penyebab dari suatu kejadian, misal pada daur *Fasciola hepatica*, kita dapat mengetahui pada fase apa cacing tersebut dapat menginfeksi manusia.

II. DASAR TEORI

II.1 Definisi Graf

Secara matematis, graf didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) yang dalam hal ini

V = himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) = $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$

Dan

E = himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul = $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$

Atau dapat ditulis singkat notasi $G = (V, E)$.

Definisi di atas menyatakan bahwa V tidak boleh kosong, sedangkan E boleh kosong. Jadi, sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi satu buah pun, tetapi simpulnya harus ada, minimal satu. Graf yang hanya mempunyai satu buah simpul tanpa sebuah sisi pun

dinamakan graf trivial.

Simpul pada graf dapat dinomori dengan huruf, seperti $a, b, c, \dots, v, w, \dots$, dengan bilangan asli $1, 2, 3, \dots$, atau gabungan keduanya. Sedangkan sisi yang menghubungkan simpul v_i dengan simpul v_j dinyatakan dengan pasangan (v_i, v_j) atau dengan lambang e_1, e_2, \dots dengan kata lain, jika e adalah sisi yang menghubungkan v_i dengan simpul v_j maka e dapat ditulis sebagai

$$e = (v_i, v_j)$$

secara geometri, graf digambarkan sebagai sekumpulan noktah (simpul) di dalam bidang dwimatra yang dihubungkan dengan sekumpulan garis (sisi).

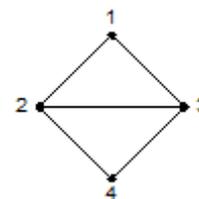
II.2 Jenis – Jenis Graf

Graf dapat dikelompokkan mejadi beberapa kategori (jenis) bergantung pada sudut pandang pengelompokkannya. Pengelompokan graf dapat dipandang berdasarkan ada tidaknya sisi ganda atau sisi kalang, berdasarkan jumlah simpul, atau berdasarkan orientasi arah pada sisi.

Berdasarkan ada tidaknya sisi gelang atau sisi ganda pada suatu graf, secara umum dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu:

- Graf Sederhana

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi-ganda dinamakan graf sederhana. Contohnya ada pada gambar II.2.1.

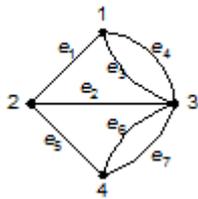


Gambar II.2.1
Graf Sederhana

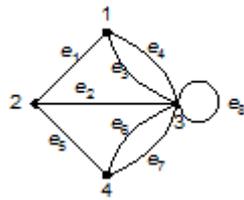
- Graf tak-sederhana

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak-sederhana. Ada dua macam graf tak-sederhana, yaitu graf ganda, dan graf semu. Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda. Sisi ganda yang menghubungkan sepasang simpul bisa lebih dari dua buah. Gambar II.2.2 adalah contoh graf ganda. Graf semu

adalah graf yang mengandung gelang. Contohnya adalah pada gambar II.2.3.



Gambar II.2.2
Graf Ganda



Gambar II.2.3
Graf Semu

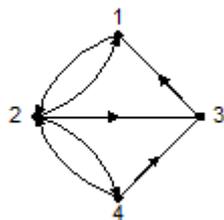
Sisi pada graf dapat mempunyai orientasi arah. Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas 2 jenis:

- Graf tak-berarah

Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah. Pada graf tak-berarah, urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan. Jadi, $(v_j, v_k) = (v_k, v_j)$ adalah sisi yang sama. Gambar II.2.1, II.2.2, dan II.2.3 adalah contoh graf tak berarah.

- Graf berarah

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah. Sisi yang berarah tersebut lebih sering disebut sebagai busur (*arc*). Pada graf berarah (v_j, v_k) dan (v_k, v_j) menyatakan dua hal yang berbeda, dengan kata lain $(v_j, v_k) \neq (v_k, v_j)$. Untuk busur (v_j, v_k) , simpul v_j dinamakan simpul asal dan simpul v_k dinamakan simpul terminal. Contoh graf berarah adalah gambar II.2.4.



Gambar II.2.4
Graf Berarah

III. DAUR BIOGEOKIMIA

III.1. Pengertian Daur Biogeokimia

Daur Biogeokimia adalah pertukaran atau perubahan terus menerus, antara komponen biosfer yang hidup dengan tak hidup.

Dalam suatu ekosistem, materi pada setiap tingkat trofik tidak hilang. Materi berupa unsur-unsur penyusun bahan organik tersebut didaur-ulang. Unsur-unsur tersebut masuk ke dalam komponen biotik melalui udara, tanah, dan air. Daur ulang materi tersebut melibatkan makhluk hidup dan batuan (geofisik) sehingga disebut daur biogeokimia.

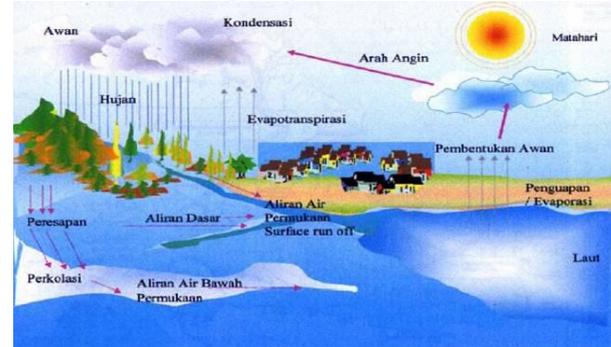
III.2. Fungsi Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia berfungsi sebagai siklus materi yang

mengembalikan semua unsur-unsur kimia yang sudah terpakai oleh semua yang ada di bumi baik komponen biotik maupun komponen abiotik, sehingga kelangsungan hidup di bumi dapat terjaga.

III.3. Beberapa Contoh Daur Biogeokimia

Daur Biogeokimia yang paling umum contohnya adalah daur air. Yang terlihat pada gambar III. 3.1.

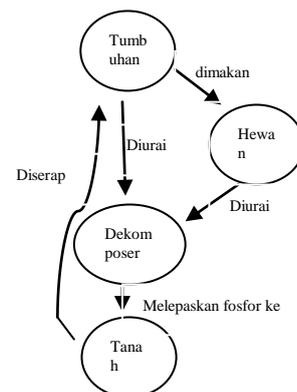


Gambar III.3.1
Daur Biogeokimia Air

Gambar tersebut menggambarkan sebuah daur aliran air dengan menggunakan penggambaran graf. Air yang berada di dalam awan, akan turun sebagai hujan, kemudian air tersebut akan turun ke dalam tanah dan diserap, kemudian mengalami perkolasi, dan mengalir di dalam permukaan bawah tanah. Air di bawah permukaan tanah tersebut akan mengalir hingga ke laut. Di laut, air tersebut akan mengalami evaporasi karena terkena cahaya matahari dan kembali membentuk awan kembali. Daur tersebut akan terus berulang. Daur ini berguna untuk mempelajari ke mana perginya air pada saat musim kering, atau ke mana air akan lebih banyak pada saat musim hujan.

Daur lainnya yang banyak digunakan adalah daur fosfor. Daur ini menggambarkan keadaan fosfor yang mengalami daur ulang misal dimulai dari tumbuhan, tumbuhan dapat mati dan fosfor terurai, atau dimakan oleh hewan dulu baru diuraikan oleh dekomposer. Fosfor yang terurai masuk ke dalam tanah dan digunakan kembali oleh tumbuhan lainnya.

Secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut



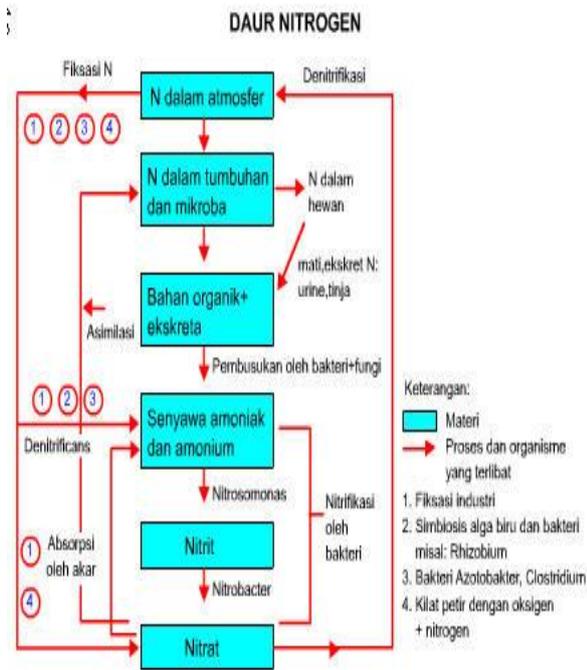
Gambar III.3.2

Daur Biogeokimia Fosfor

Daur lainnya yang digambarkan secara kompleks adalah daur nitrogen. Di alam, Nitrogen terdapat dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein, dan asam nukleat, atau senyawa anorganik seperti ammonia, nitrit, dan nitrat.

Tahap pertama daur ini adalah transfer nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Selain air hujan yang membawa sejumlah nitroge, penambahan nitrogen ke dalam tanah terjadi melalui proses fiksasi nitrogen. Fiksasi nitrogen secara biologis dilakukan oleh bakteri rhizobium yang bersimbiosis dengan polong-polongan.

Tahap kedua, nitrat yang dihasilkan fiksasi biologis digunakan oleh produsen, diubah menjadi molekul protein. Selanjutnya jika tumbuhan atau hewan mati, mahluk pengurai merombaknya menjadi gas amoniak dan garam ammonium yang larut dalam air. Proses ini disebut amonifikasi. Bakter Nitrosomonas mengubah amoniak dan senyawa ammonium menjadi nitrat oleh Nitrobacter. Apabila oksigen dalam tanah terbatas, nitrat dengan cepat ditransformasikan menjadi gas nitrogen atau oksida nitrogen oleh proses yang disebut denitrifikasi.



Gambar III.3.3
Daur Nitrat

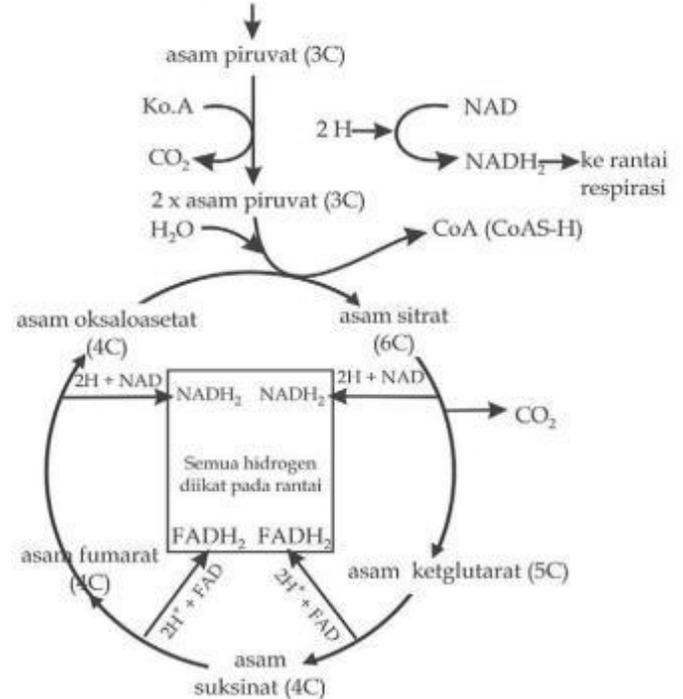
Daur – daur di atas menggunakan graf berarah dalam penggambarannya. Graf tersebut sangat berguna untuk mempelajari di mana saja fosfor berada, apa yang menguraikan nitrit, di mana nitrat dihasilkan, dan apa saja yang terjadi pada air yang selalu kita minum. Dengan adanya graf ini, juga dapat memudahkan siswa dalam mempelajari hal-hal tersebut, tidak melulu mempelajari dengan tulisan saja, yang dalam hal ini membuat sulit untuk mengingat.

IV. SIKLUS PADA MAHLUK HIDUP

IV.1 Siklus Krebs

Siklus krebs adalah salah satu siklus yang penting dalam penghasilan energi. Pada siklus ini, asetil Ko-A masuk ke siklus krebs melalui reaksi hidrolisis dengan melepas koenzim A dan gugus asetil (mengandung 2 atom C), kemudian bergabung dengan asam oksaloasetat (4 atom C) membentuk asam sitrat (6 atom C). Energi yang digunakan untuk pembentukan asam sitrat berasal dari ikatan asetil koenzim A. Selanjutnya, asam sitrat (C6) secara bertahap menjadi asam oksaloasetat (C4) lagi yang kemudian akan bergabung dengan asetil Ko-A. Peristiwa pelepasan atom C diikuti dengan pelepasan energi berupa ATP yang dapat digunakan langsung oleh sel. Selama reaksi berlangsung, oksigen dari air digunakan untuk mengoksidasi dua atom C menjadi CO₂. Proses tersebut disebut dekarboksilasi. Dalam setiap oksida 1 molekul asetil koenzim A akan dibebaskan 1 molekul ATP, 8 atom H, dan 2 molekul CO₂. Atom H yang dilepaskan itu kemudian ditangkap oleh NAD, dan FAD untuk dibawa menuju sistem transpor yang direaksikan dengan oksigen menghasilkan air.

Siklus tersebut dapat digambarkan sebagai berikut



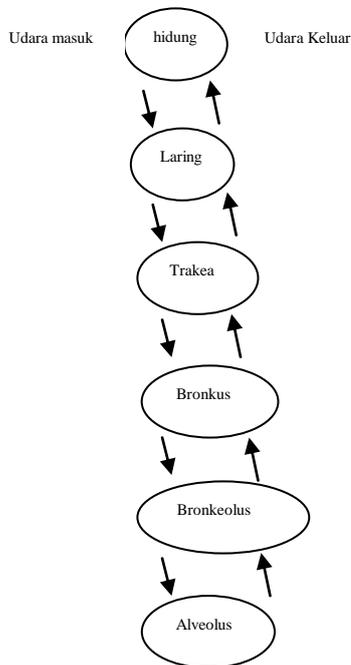
NAD= Nikotinamid Adenin Dinukleotida
FAD = Flavin Adenin Dinukleotida

Gambar IV.1.1
Gambar Siklus Krebs

Siklus Krebs ini tidak berjalan terus menerus, pada saat karbon berbentuk asam oksaloasetat (4C) maka akan menunggu asetil ko-A, datang. Jika tidak ada asetil ko-A, maka siklus akan berhenti sementara menunggu pemecahan glukosa selanjutnya dilakukan. Keadaan ini terjadi bila kita tidak makan pada waktu yang cukup lama.

IV.2 Siklus Pernapasan pada Manusia

Sistem pernapasan adalah sistem organ yang digunakan untuk pertukaran gas. Sistem respirasi pada manusia mulai berfungsi ketika bayi menangis sesaat sesudah dilahirkan. Pada saat menangis itulah, bayi menarik nafas dan mengisi paru-paru dengan udara pernafasan. Aliran udara pernafasan manusia digambarkan pada graf berikut



Gambar IV.2.1
Siklus pernapasan pada manusia

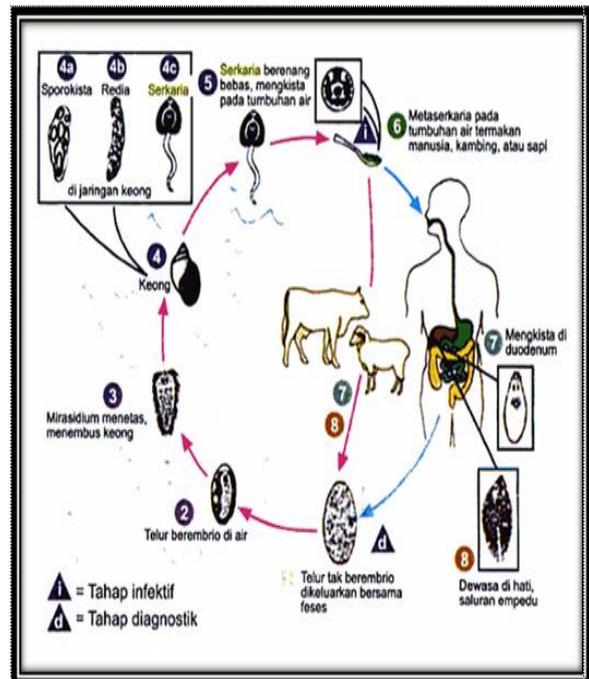
Graf di atas menggambarkan sebuah siklus pernafasan, di mana udara masuk ke hidung, kemudian ke laring, ke trakea, ke bronkus, ke bronkiolus, kemudian ke alveolus. Di alveolus, udara mengalami pertukaran dari O_2 menjadi CO_2 . CO_2 tersebut kemudian keluar melalui jalur kebalikannya, yaitu dari alveolus, ke bronkiolus, ke bronkus, ke trakea, ke laring, kemudian ke hidung. Dengan adanya graf ini, dapat mempermudah mempelajari jalur pernapasan manusia, kemudian apabila terjadi gangguan pernapasan pada manusia, dapat ditelusuri dari jalur pernapasan untuk melihat bagian mana yang tidak beres dari jalur pernapasan yang menyebabkan penyakit tersebut.

IV.3 Siklus Hidup Cacing Fasciola Hepatica

Cacing hati termasuk ke dalam golongan Trematoda atau cacing hisap. Disebut cacing hisap karena cacing ini memiliki alat pengisap. Alat pengisap terdapat di bagian anterior. Alat hisap ini untuk menempel pada tubuh inangnya yang berupa ternak. Cacing ini akan mengendap di dalam hati ternak, dan apabila kita memakan hati ternak yang terinfeksi cacing ini, maka kita akan terkena penyakit *Fasciolosis*.

Pada mulanya, ternak mulai terinfeksi cacing karena memakan sayuran hijau yang mengandung metaserkaria (larva infeksi cacing hati). Enambelas minggu kemudian cacing tumbuh menjadi dewasa dan tinggal di saluran empedu. Cacing dewasa memproduksi telur dan keluar bersama feces. Pada kondisi yang cocok telur cacing menetas dan mengeluarkan mirasidium. Telur cacing *F. Hepatica* akan menetas dalam 9-12 hari pada suhu $26^{\circ}C$.

Siklus hidup cacing ini ditunjukkan pada gambar



Gambar IV.3.1
Siklus Hidup *Fasciola hepatica*

Dengan adanya siklus ini, kita dapat mempelajari daur kehidupan cacing hati, dan melakukan pencegahan infeksi cacing tersebut dengan mempelajari daur kehidupan cacing tersebut.

IV.4 Siklus Hidup Tumbuhan Paku

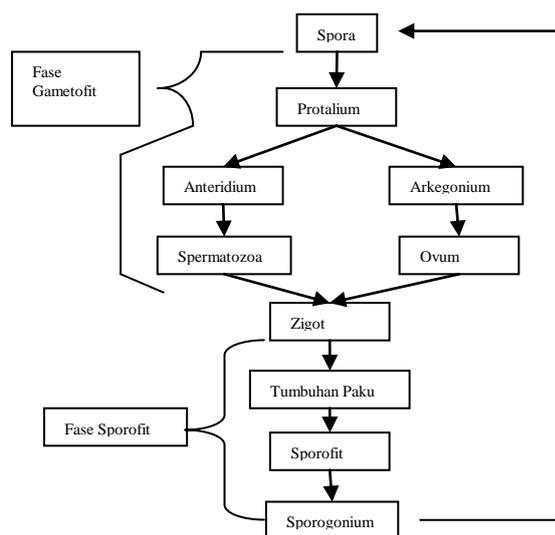
Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) adalah kelompok kingdom plantae yang secara evolusi lebih maju dibandingkan *Bryophyta* (Lumut) karena sudah mempunyai jaringan pengangkut Xilem dan Floem (*Tracheophyta*), selain akarnya sudah jelas dan membentuk sistem perakaran serabut.

Secara keseluruhan Paku dan Lumut mempunyai persamaan adanya metagenesis, yaitu adanya peristiwa pergiliran keturunan dari fase seksual ke fase asexual lagi sehingga membentuk daur/cyclus. Tumbuhan paku dewasa yang dijumpai di alam merupakan fase sporofit yang menghasilkan spora sebagai alat perkembangbiakan seksual. Spora yang jatuh di tempat lembab akan tumbuh menjadi protalium atau prothalus yang merupakan fase gametofit yang berwujud tumbuhan kecil berupa lembaran berwarna hijau. Fase gametofitnya lebih pendek daripada fase sporofitnya.

Salah satu tumbuhan paku adalah tumbuhan paku

homospora, contohnya pada *Lycopodium clavatum* (paku kawat)

Grafnya ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar IV.4.1

Pergiliran keturunan Paku Homospora

Grafik ini berguna sebagai bahan untuk mempelajari bagaimana kehidupan tumbuhan paku.

IV.5 Siklus Menstruasi

Menstruasi adalah pelepasan dinding rahim (endometrium) yang disertai dengan pendarahan dan terjadi setiap bulan, kecuali pada saat kehamilan. Menstruasi yang terjadi terus menerus setiap bulannya disebut siklus menstruasi. Menstruasi biasanya terjadi pada usia 11 tahun dan berlangsung hingga menopause (sekitar usia 45 – 55) tahun. Normalnya berlangsung selama 3 hingga 7 hari. Siklus menstruasi terdiri atas 3 tahap, yaitu:

Fase menstruasi, terjadi jika ovum tidak dibuahi sperma, sehingga korpus luteum menghentikan produksi estrogen dan progesteron. Turunnya kadar estrogen dan progesteron menyebabkan lepasnya ovum dari endometrium yang disertai robek dan luruhnya endometrium, sehingga terjadi pendarahan. Fase menstruasi ini berlangsung kurang lebih 5 hari.

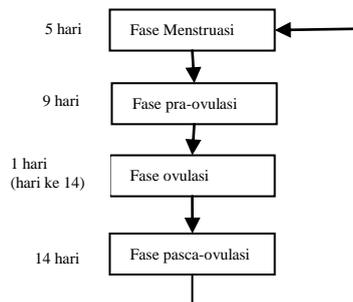
Fase pra-ovulasi, Hormon pembebas gonadotropin yang dikeluarkan hipotalamus akan memacu hipofise untuk mengeluarkan FSH. FSH memacu pematangan folikel untuk mengeluarkan hormon estrogen. Adanya estrogen memacu pembentukan kembali dinding endometrium.

Fase Ovulasi terjadi pada hari ke-14. Peningkatan kadar estrogen menghambat pengeluaran FSH, kemudian hipofise mengeluarkan LH.

Fase pasca ovulasi, berlangsung selama 14 hari sebelum menstruasi berikutnya. Folikel de Graaf yang melepas oosit sekunder akan berkerut dan menjadi korpus luteum. Korpus luteum mengeluarkan progesteron. Jika tidak terjadi pembuahan, korpus luteum berubah menjadi

korpus albicans yang hanya sedikit mengeluarkan hormon, sehingga kadar progesteron dan estrogen rendah. Keadaan ini menyebabkan terjadinya menstruasi, dan siklus ini terus berlanjut.

Jika digambarkan dengan graf, akan menjadi seperti berikut:



Siklus menstruasi ini dipelajari guna untuk mengetahui apakah menstruasi datangnya terlalu cepat atau terlalu lambat, selain itu untuk mempersiapkan diri terhadap datangnya PMS, sehingga dapat mengontrol ritme emosi.

V. KESIMPULAN

Teori graf dapat diterapkan pada banyak hal. Salah satunya pada cabang ilmu biologi. Cabang ilmu Biologi banyak menggunakan graf ini untuk membentuk suatu siklus dari suatu hal. Pemodelan dengan graf ini memudahkan dalam mempelajari suatu hal, dan mengembangkan hal yang ada di dalam graf tersebut. Kebanyakan menggunakan graf berarah, karena menunjukkan hubungan suatu hal, yang tidak sama bila arahnya dibalik. Teori graf ini sangat berguna dalam cabang Ilmu Biologi, dan akan terus digunakan karena sifatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munir, Rinaldi. *Diktat Kuliah Matematika Diskrit*. Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung. 2008.
- [2] <http://gurungeblog.wordpress.com/2008/11/17/daur-biogeokimia/> diakses tanggal 18 Desember 2012 pukul 11.11
- [3] http://www.sentra-edukasi.com/2010/04/pengertian-jenis-jenis-daur-biogeokimia.html#.UM_rCKNzM4o Diakses tanggal 18 Desember 2012 pukul 11.22
- [4] <http://shafathasya.blogspot.com/2012/03/daur-air.html> Diakses tanggal 18 Desember 2012 pukul 12.00
- [5] <http://budisma.web.id/materi/sma/kelas-xii-biologi/pengertian-proses-siklus-krebs-siklus-asam-sitrat/> Diakses tanggal 18 Desember 2012 pukul 14.00
- [6] <http://www.faceilmu.com/index.php?p=blogs/viewstory/145> Diakses tanggal 18 Desember 2012 pukul 14.18
- [7] <http://makeyoumarter.blogspot.com/2012/03/cacing-hati-fasciola-hepatica-make-you.html> diakses tanggal 18 Desember 2012 pukul 14.36
- [8] <http://erickbio.wordpress.com/2012/08/12/siklus-hidup-fasciola-hepatica-cacing-hati/> diakses pada tanggal 18 Desember 2012 pukul 14.40
- [9] <http://bulanku-indah.blogspot.com/2012/02/pendidikan-daur-hidup-tumbuhan-paku.html> diakses pada tanggal 18 Desember 2012 pukul 16.40
- [10] <http://www.peacemakerconference.net/images/www.biohealthworld.com.htm> diakses pada tanggal 18 Desember 2012 pukul 17.56

- [11] <http://intanriani.wordpress.com/siklus-menstruasi-pada-wanita/>
diakses pada tanggal 18 Desember 2012 pukul 18.01
- [12] <http://mengerjakantugas.blogspot.com/2009/09/siklus-menstruasi.html> diakses pada tanggal 18 Desember 2012 pukul 18.09

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, 18 Desember 2012

ttd



Daniel
13511068