

Penerapan Pohon Keputusan dalam Taksonomi Makhluk Hidup

Moh. Mirza Maulana Ikhsan 13518010

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13518010@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Di dunia ini, terdapat banyak sekali makhluk hidup dengan berbagai keunikannya. Biologi merupakan suatu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang makhluk hidup, salah satunya adalah cara untuk mengelompokkan atau identifikasi terhadap makhluk tersebut. Tujuannya yaitu untuk memudahkan kita mengenali, membandingkan, dan mempelajari makhluk hidup tersebut. Membandingkan berarti mencari perbedaan maupun persamaan sifat atau karakteristik dari makhluk hidup tersebut.

Kata kunci—Identifikasi, pohon keputusan, karakteristik, kingdom

I. PENDAHULUAN

Bumi merupakan satu-satunya planet dalam tata surya kita yang telah diketahui sejak lama dapat menunjang kehidupan di dalamnya. Lebih dari 70% permukaan bumi terdiri dari lautan dan sisanya merupakan benua-benua besar, bumi merupakan tempat yang ideal untuk menunjang berbagai macam kehidupan. Berbagai keberagaman makhluk hidup ini, hingga sekarang dengan teknologi yang serba canggih, hal tersebut belum dapat menjangkau seluruh makhluk hidup yang ada di bumi ini. Keberagaman inilah yang akhirnya menyebabkan para ahli Biologi mengklasifikasikan makhluk hidup sesuai dengan karakteristik yang dimiliki oleh makhluk hidup tersebut.

Klasifikasi makhluk hidup didasarkan atas persamaan dan perbedaan karakteristik yang dimiliki makhluk hidup tersebut. Makhluk hidup yang memiliki persamaan karakteristik akan digolongkan dalam satu golongan yang sama. Klasifikasi sangat penting dilakukan, bertujuan untuk memudahkan kita dalam mempelajari makhluk tersebut serta mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup dengan yang lainnya.

II. TEORI DASAR

A. Pohon

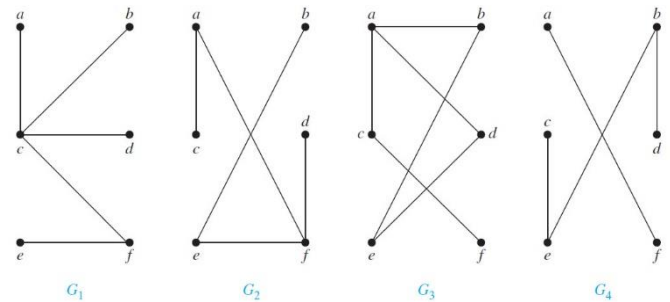
Graf merupakan himpunan dari objek-objek diskrit yang dihubungkan dengan garis atau sisi (*edges*). Sisi pada graf dapat mempunyai orientasi arah.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi graf, secara umum graf dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Graf tak-berarah (*undirected graph*).
2. Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*).

Pohon merupakan graf sederhana tak-berarah yang tidak mengandung sirkuit dan semua simpulnya terhubung. Berdasarkan definisi tersebut, ada dua sifat penting pada pohon, yaitu:

1. Semua simpulnya terhubung.
2. Tidak mengandung sirkuit.



Gambar 2.1 Graf pohon

Sumber: haimatematika.com/2018/12/graf-pohon-teori-graf.html

diakses pada 1 Desember 2019 pukul 02.50 WIB

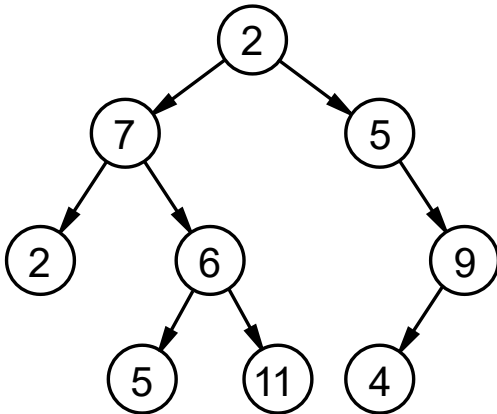
Pada Gambar 2.1, hanya graf G_1 dan G_2 yang merupakan pohon, sedangkan G_3 dan G_4 bukan pohon. G_3 bukan pohon karena mengandung sirkuit a, b, e, d, a , sedangkan G_4 bukan pohon karena graf G_4 tidak terhubung.

Pohon seringkali didefinisikan sebagai graf tak-berarah yang memiliki sifat bahwa hanya terdapat sebuah lintasan unik antara setiap pasang simpul. Tinjau kembali Gambar 2.1. Setiap simpul pada G_1 terhubung dengan lintasan tunggal. Sebagai contoh, dari a ke e hanya ada satu lintasan, yaitu a, c, f, e . Begitu pula dengan untuk setiap pasang simpul manapun pada G_1 . Selain itu, setiap pasang simpul di dalam graf terhubung dengan lintasan tunggal. Sifat-sifat pohon yang lain secara singkat dijelaskan sebagai berikut:

1. G adalah pohon.
2. G terhubung dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.
3. G tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan membuat graf memiliki sirkuit.
4. Pemutusan sisi pada G menyebabkan G tidak terhubung.

B. Pohon Berakar

Pohon berakar adalah pohon yang sebuah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi-sisinya diberi arah menjauh dari akar sehingga menjadi graf berarah. Setiap simpul pada pohon dapat dicapai dari akar dengan sebuah lintasan tunggal (unik).



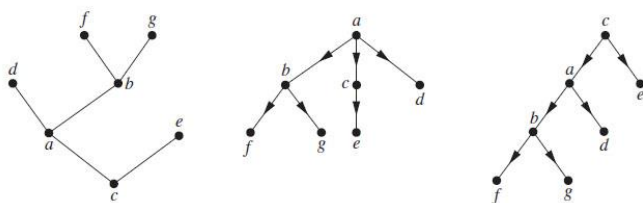
Gambar 2.2 Pohon berakar berarah

Sumber:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Binary_tree.svg

diakses pada 1 Desember 2019 pukul 03.29 WIB

Sebagai konvensi, arah sisi didalam pohon dapat tidak digambarkan, karena tiap simpul pada pohon harus dicapai dari akar, sehingga lintasan pada pohon selalu digambarkan dari “atas” ke “bawah”. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa 2 merupakan akar pada pohon tersebut. Sembarang pohon berakar dapat diubah menjadi pohon berakar dengan memilih salah satu simpul dari graf untuk dijadikan akar. Gambar 2.3 memperlihatkan dua pohon berakar yang berbeda dari perubahan pohon tak-berakar.



Gambar 2.3 (kiri) Pohon dan (kanan) dua buah pohon hasil perubahan dari pemilihan dua simpul yang berbeda

Sumber: <https://www.haimatematika.com/2018/12/graf-pohon-teori-graf.html>

diakses pada 1 Desember 2019 pukul 05.21 WIB

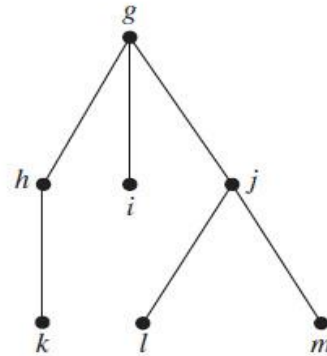
C. Terminologi pada Pohon Berakar

1. Anak (*child* atau *children*) dan Orangtua (*parent*)

Misalkan X merupakan sebuah simpul pada pohon berakar, maka Y dikatakan sebagai **anak** dari X apabila terdapat lintasan langsung dari X ke Y , maka Y adalah **orangtua**. Pada Gambar 3.1 h, i, j merupakan anak dari simpul g yang merupakan orang tua. Begitu pula dengan l dan m yang merupakan anak dari simpul j . Simpul k, l, m tidak memiliki anak.

2. Lintasan (*path*)

Lintasan dari simpul v_1 ke simpul v_k merupakan runtutan simpul-simpul yang dilaluinya dari simpul v_1 ke simpul v_k . Pada Gambar 3.1 lintasan dari simpul g menuju simpul m adalah g, j, m . **Panjang lintasan** merupakan jumlah sisi (*edge*) yang dilaluinya. Panjang lintasan dari simpul a ke m adalah 2.



Gambar 3.1 Pohon berakar untuk menjelaskan terminologi pohon

Sumber: <https://www.haimatematika.com/2018/12/graf-pohon-teori-graf.html>

Diakses pada 1 Desember 2019 pukul 05.45 WIB

3. Keturunan (*descendant*) dan Leluhur (*ancestor*)

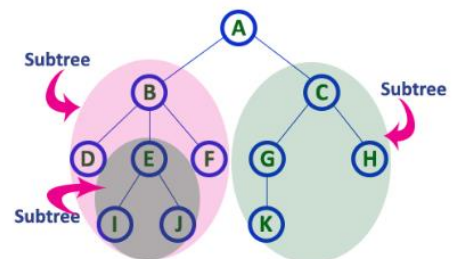
Jika terdapat lintasan dari simpul x ke simpul y dalam pohon, jika y adalah **keturunan** maka x adalah **leluhur** dari y . Pada Gambar 3.1, g merupakan leluhur dari m , dengan demikian m merupakan keturunan dari g .

4. Saudaran kandung (*sibling*)

Kelompok simpul yang memiliki orangtua yang sama adalah **saudara kandung**. Pada Gambar 3.1, simpul h adalah saudara kandung dari simpul i dan j , sedangkan k bukan saudara kandung dari l ataupun m karena orangtua simpulnya berbeda.

5. Upapohon (*subtree*)

Upapohon adalah pohon yang terbentuk ketika salah satu simpul dari pohon dijadikan akar. Perhatikan pada Gambar 3.2, simpul 30 dijadikan akar sehingga terbentuklah pohon baru, begitu pula dengan simpul 60.



Gambar 3.2 Upapohon

Sumber: <https://zhu45.org/posts/2017/Jan/24/tree-terminology/>

diakses pada 1 Desember 2019 pukul 09.53 WIB

6. Derajat (*degree*)

Derajat suatu simpul adalah jumlah anak dari simpul tersebut. Pada Gambar 3.1, simpul *g* berderajat 3, simpul *j* berderajat 2, dan simpul *i* berderajat 0.

7. Daun (*leaf*)

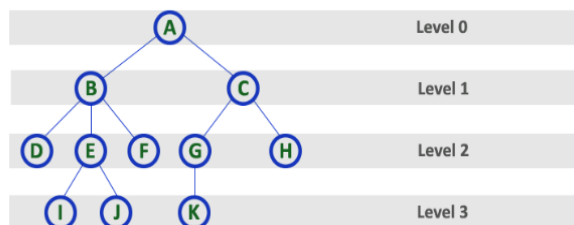
Simpul yang berderajat nol atau tidak memiliki anak disebut **daun**. Pada Gambar 3.1, simpul *k*, *l*, *m*, *n* adalah daun.

8. Simpul Dalam (*internal nodes*)

Simpul yang memiliki anak atau tidak berderajat nol disebut **simpul dalam**.

9. Aras (*level*) atau Tingkat

Aras suatu simpul pada pohon didefinisikan sebagai 1 + panjang lintasan dari akar ke simpul tersebut. Dari definisi ini, aras dari suatu akar sama dengan nol. Sebagai konvensi, penomoran aras dimulai dari nol, yakni dari akar.



Gambar 3.3 Aras pohon

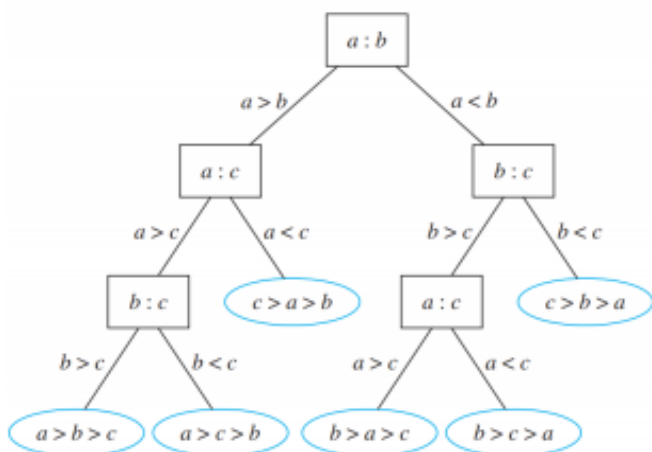
Sumber: <https://zhu45.org/posts/2017/Jan/24/tree-terminology/>
diakses pada 1 Desember 2019 pukul 10.11 WIB

10. Tinggi (*height*) atau Kedalaman (*depth*)

Aras maksimum dari suatu pohon disebut **tinggi** atau **kedalaman**. Definisi lain yaitu panjang lintasan maksimum dari akar ke daun.

D. Pohon Keputusan

Pohon keputusan adalah suatu pohon yang digunakan untuk memodelkan permasalahan yang terdiri dari sejumlah keputusan yang ujungnya mengarah pada suatu keputusan maupun kesimpulan.



Gambar 4.1 Pohon keputusan untuk mengurutkan tiga buah elemen

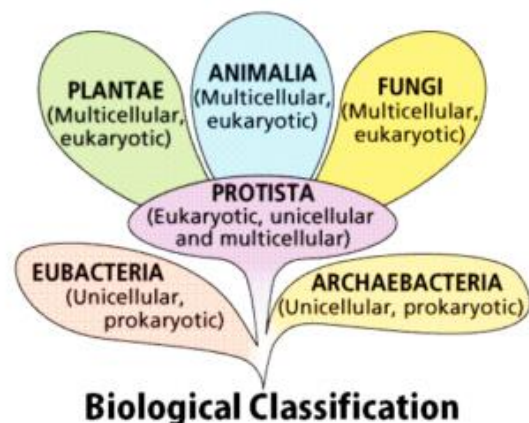
Sumber: *Matematika Diskrit Revisi keenam*, R. Munir, Halaman 475

Umumnya simpul pada pohon keputusan digambarkan dengan bentuk persegi panjang dan oval. Simpul berbentuk persegi panjang berisikan persoalan, sedangkan simpul berbentuk oval berisi keputusan atau kesimpulan yang dapat diambil.

E. Klasifikasi Biologi

Klasifikasi Biologi merupakan suatu cara ilmiah mengelompokkan organisme atau makhluk hidup pada suatu golongan atau sub-golongan sesuai dengan kesamaan yang dimiliki. Tujuan dari klasifikasi makhluk hidup:

1. Menyederhanakan objek penelitian sehingga mudah untuk dikaji.
2. Mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup agar dapat dibedakan tiap-tiap dari jenisnya.
3. Mengelompokkan makhluk hidup sesuai dengan persamaan karakteristiknya.
4. Mengetahui hubungan kekerabatan dan sejarah evolusinya.



Gambar 5.1 Sistem Enam Kingdom dalam klasifikasi biologi

Sumber: <https://www.toppr.com/guides/biology/biological-classification/introduction-to-biological-classification/>
diakses pada 2 Desember 2019 pukul 02.02 WIB

F. Taksonomi

Suatu metode yang digunakan untuk mendefinisikan dan menentukan suatu nama organisme sesuai dengan kesamaan karakteristiknya disebut **Taksonomi**. Taksonomi memiliki tingkatan, mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah. Tingkatan tersebut dari yang tertinggi ke terendah adalah kingdom, filum atau divisio, kelas, ordo, family, genus, dan spesies.

1. Kingdom

Sistem Enam Kingdom diperkenalkan pada tahun 1998 oleh Thomas Cavalier-Smith untuk melakukan klasifikasi pada makhluk hidup. Cavalier-Smith membagi sistem ini menjadi dua *empire*, yaitu *empire* Prokariota dan *empire* Eukariota. Masing-masing

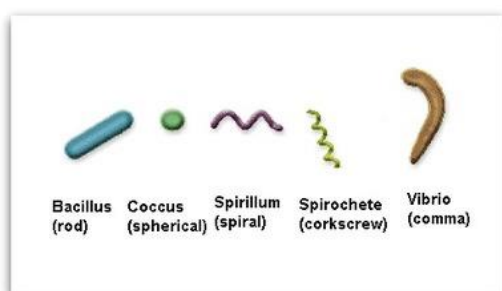
empire kemudian dibagi lagi menjadi beberapa kelompok kingdom.

a. *Empire* Prokariota

Prokariota merupakan organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Semua prokariota termasuk *uniseluler*, yakni hanya terdiri dari sel tunggal. Organisme ini dianggap lebih primitive dibandingkan dengan organisme *multiseluler*, karena kompleksitasnya lebih rendah. Prokariota terbagi menjadi dua, yakni *Bacteria* dan *Archaea* yang termasuk dalam kingdom *Bacteria*.

Morfologi sel dari prokariota:

- *Coccus* – berbentuk sferik
- *Bacilli* – berbentuk tangkai
- *Spirochaete*, *Spirillum* – berbentuk spiral
- *Vibrio* – berbentuk koma



Gambar 6.1 Morfologi bakteri

Sumber: <http://www.smilesensations.ca/microscopy.html>
diakses pada 2 Desember 2019 pukul 02.25 WIB

b. *Empire* Eukariota

Eukariota adalah organisme yang memiliki sel lebih dari satu, seperti nukleus dan organel bermembran lainnya. Organisme eukariota dapat berupa *uniseluler* maupun *multiseluler*. *Multiseluler* artinya organisme tersebut memiliki banyak sel, contohnya pada tumbuhan dan hewan. Eukariota dibagi menjadi lima kingdom, yaitu kingdom Protozoa, kingdom Chromista, kingdom Fungi, kingdom Plantae, dan kingdom Animalia.

➤ Kingdom Protozoa

Protozoa merupakan organisme seluler yang bersifat eukariotik, tidak memiliki dinding sel serta heterotrof dan dapat bergerak (motil). Heterotrof berarti organisme tersebut tidak dapat menghasilkan makanan sendiri. Protozoa memiliki kemampuan untuk bereproduksi dengan dua cara, yakni secara aseksual (tak kawin) dan seksual (kawin).

Klasifikasi protozoa berdasarkan alat geraknya terdapat empat filum protozoa, yakni Ciliata (bergerak dengan rambut getar atau silia), Rhizopoda (bergerak dengan kaki semu atau pseudopodia), Sporozoa (tidak memiliki alat gerak), dan Flagellata (bergerak dengan bulu cambuk atau flagella)

➤ Kingdom Chromista

Chromista merupakan supergrup eukariotik dari protozoa. Kingdom ini dahulunya termasuk dalam kingdom Protozoa hingga akhirnya dibedakan oleh Cavalier-Smith. Chromista merupakan protozoa mirip tumbuhan, yang mana bersifat autotrof (dapat menghasilkan makanannya sendiri) karena dapat memproduksi klorofil tipe *a* dan *c*. Kingdom ini mencakup semua alga.

Klasifikasi chromista berdasarkan pigmen dominan, yaitu Chrysophyta (alga keemasan), Pyrophyta (alga api), Chlorophyta (alga hijau), dan Phaeophyta (alga kecoklatan).

➤ Kingdom Fungi

Fungi merupakan organisme eukariotik yang tidak memiliki dinding sel serta tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri (heterotrof). Pada umumnya di masyarakat, fungi sering disebut dengan jamur. Fungi tumbuh sebagai hifa, dinding sel mengandung kitin, dan hidup dengan cara menyerap nutrisi tumbuhan lain melalui dinding selnya.

➤ Kingdom Plantae

Plantae merupakan kelompok organisme eukariotik, *multiseluler*, mempunyai dinding sel, dan dapat menghasilkan makanannya sendiri melalui proses fotosintesis oleh adanya zat klorofil. Karena bersifat *autotrof*, plantae memiliki kemampuan untuk menyimpan cadangan makanan, yaitu dalam bentuk amilum (pati). Plantae dalam kehidupan sering kita temui, yaitu semua jenis tumbuhan.

➤ Kingdom Animalia

Animalia merupakan kelompok organisme eukariotik, *muktiliseluler*. Berbeda dengan kingdom plantae, animalia tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri, oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan akan makanan, animalia (hewan) harus mencari makanannya sendiri untuk dicerna di dalam tubuhnya (*heterotrof*). Selain itu, hewan juga memiliki sel otot sebagai penggerak dan sel saraf untuk rangsangan, yang mana hal ini tidak dimiliki oleh kingdom plantae.

2. Filum atau Divisio

Filum merupakan suatu tingkatan dibawah kingdom untuk hewan yang pengelompokannya mempertimbangkan ciri-ciri dan struktur serta keturunan evolusi pada suatu organisme. Sedangkan **Divisio** merupakan suatu tingkatan dibawah kingdom diperuntukkan bagi tumbuhan.

3. Kelas
Kelas merupakan sekelompok ordo yang serupa dalam tingkatan klasifikasi makhluk hidup, namun kelas lebih tinggi daripada ordo.
4. Ordo
Ordo merupakan tingkatan takson yang menghimpun beberapa famili dalam tingkatan klasifikasi makhluk hidup.
5. Famili
Famili adalah tingkatan dalam takson dibawah ordo yang memiliki kekerabatan dekat dan memiliki banyak kesamaan karakteristik tertentu.
6. Genus
Genus merupakan tingkatan takson yang berada diatas spesies, terdiri atas beberapa spesies yang memiliki karakteristik yang sama pada hal tertentu.
7. Spesies
Spesies merupakan tingkatan takson terendah, menunjukkan beberapa karakteristik penting tertentu, seperti morfologi, fisiologi, atau biokimia.

- 3a. Hidup di air **5**
- 3b. Hidup di darat..... **6**
- 4a. Habitat di hutan **Harimau**
- 4b. Habitat di kota atau desa..... **Kucing**
- 5a. Vivipar **Paus**
- 5b. Ovipar..... **Ikan**
- 6a. Unggas **7**
- 6b. Bukan unggas..... **8**
- 7a. Bisa terbang..... **Burung**
- 7b. Tidak bias terbang **9**
- 8a. Vertebrata..... **Gorilla**
- 8b. Invertebrata **Cacing**
- 9a. Kaki berselaput..... **Bebek**
- 9b. Kaki tak berselaput..... **Ayam**

Sumber: <https://www.gurupendidikan.co.id/kunci-determinasi/>
Diakses pada 5 Desember 2019 pukul 20.30 WIB

III. PENERAPAN POHON KEPUTUSAN DALAM TAKSONOMI UNTUK MAKHLUK HIDUP

A. Persiapan

Dalam penentuan taksonomi untuk makhluk hidup, hal yang harus dilakukan pertama kali adalah penentuan batas cakupan organisme. Hal ini penting, karena dalam terdapat banyak sekali organisme yang hidup di dunia ini, sehingga kita perlu batasan untuk mempermudah melakukan klasifikasinya. Untuk keperluan demonstrasi, kita akan melakukan identifikasi pada salah satu organisme dari kingdom animalia, yaitu *gorilla beringei*.

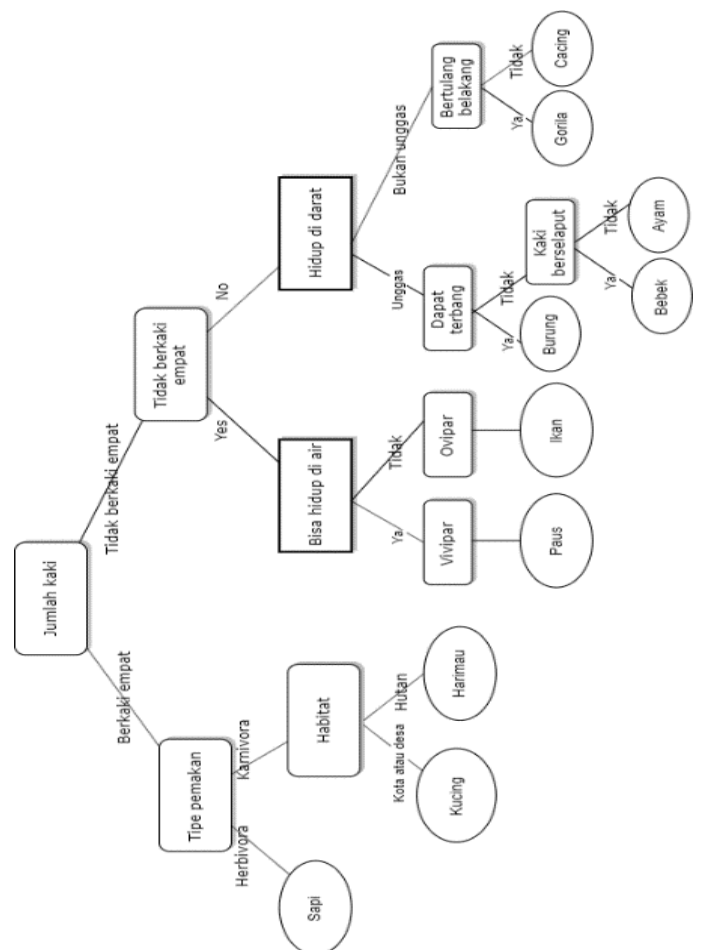
Setelah menentukan organisme yang akan kita kaji, selanjutnya kita mengumpulkan karakteristik dari organisme tersebut. Tiap organisme memiliki kesamaan dan perbedaan antar organisme lainnya. Perbedaan itulah yang menjadikan suatu organisme itu unik dibandingkan dengan organisme lainnya. Pengamatan dilakukan terhadap organisme tersebut untuk menemukan karakteristik dari organisme tersebut, kemudian kita tuliskan semua hasil pengamatan kita. Perbedaan diharapkan tidak mengandung hal yang ambigu atau subjektif. Gunakan ukuran terkuantifikasi untuk memastikan hasil pengamatan sesuai dengan yang kita harapkan.

B. Contoh Penerapan

Berikut merupakan contoh klasifikasi taksonomi dari *gorilla beringei* yang telah disederhanakan.

- 1a. Berkaki empat **2**
- 1b. Tidak berkaki empat..... **3**
- 2a. Karnivora **4**
- 2b. Herbivora..... **Sapi**

Struktur diatas dapat diubah menjadi struktur pohon keputusan, sebagai berikut:



Gambar 3.1 Pohon keputusan berdasarkan taksonomi diatas

IV. KESIMPULAN

Biologi merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang makhluk hidup, salah satunya adalah klasifikasi terhadap makhluk hidup. Dengan memanfaatkan struktur pohon keputusan, kita dapat dengan mudah mengidentifikasi organisme berdasarkan karakteristiknya untuk mengetahui spesies dari organisme tersebut. Penggunaan pohon keputusan ini tepat dilakukan karena dapat mempercepat proses identifikasi organisme melalui opsi-opsi yang berkaitan dengan organisme tersebut dalam satu kingdom.

Pengelompokkan makhluk hidup dengan cara mencari kesamaan dan perbedaan merupakan metode yang tepat dalam mengklasifikasikan makhluk hidup. Hal ini karena tiap organisme memiliki keunikan dalam karakteristiknya, sehingga tidak mungkin ada organisme berbeda yang memiliki kesamaan 100%. Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengamatan terhadap organisme yang sedang kita kaji adalah ketelitian. Hal tersebut dikarekan adanya beberapa organisme yang sulit untuk diidentifikasi karakteristiknya, atau karakteristiknya hampir memiliki kesamaan dengan organisme lainnya.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT., yang telah memberikan karunia berupa ilmu dan kesehatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah tepat waktu. Penulis memberikan judul untuk makalah ini, "Penerapan Pohon Keputusan terhadap Taksonomi Makhluk Hidup". Harapan untuk pembaca yaitu agar ilmu ini dapat dikembangkan lagi menjadi lebih bermanfaat untuk kehidupan kedepannya.

Ucapan terima kasih tak lupa pula kepada dosen pengampu mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit kelas 01, Rinaldi Munir. Dukungan dari keluarga, terutama orang tua berupa *support* sangatlah membantu penulis dalam penyelesaian makalah ini.

REFERENSI

- [1] R. Munir, *Matematika Diskrit*, Revisi keenam, Bandung, Indonesia: Penerbit Informatika, 2016.
- [2] <https://www.haimatematika.com/2018/12/graf-pohon-teori-graf.html>, diakses pada 1 Desember 2019, pukul 01.00 WIB.
- [3] <https://zhu45.org/posts/2017/Jan/24/tree-terminology/>, diakses pada 1 Desember 2019, pukul 09.53 WIB.
- [4] H. Budiati, *Biologi untuk SMA kelas X*, Jakarta, Indonesia: Penerbit CV. GEMA ILMU.

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, 6 Desember 2019



Moh. Mirza Maulana Ikhsan 13518010