

Kombinatorial dan Peluang Membantu Penyelesaian Permasalahan Genetik Sederhana

Kevin Alfianto Jangtjik / 13510043
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13510043@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Masalah genetik pada saat ini sudah banyak. Ilmu genetik dapat membantu kita memahami hal-hal yang terjadi di lingkungan kita termasuk menjadi pedoman untuk kita dapat bertindak dengan bijaksana. Kombinatorial dan peluang akan sangat membantu untuk menentukan hal-hal tersebut. Khususnya tentang masalah genetik yang berkaitan dengan perkawinan genetik kombinatorial akan sangat berperan. Sedangkan peluang dalam permasalahan genetik yang akan dibahas ini berperan untuk menentukan tindakan apa yang sebaiknya kita ambil sehingga hasilnya baik.

Kata Kunci—Genetika, Genotip, Kombinasi, Peluang.

I. PENDAHULUAN

Saat ini masalah genetik mulai dikenal dan dikembangkan. Persoalan perkawinan genetik pada dasarnya menggunakan kombinatorial untuk mengetahui hasil yang terbentuk setelah perkawinan. Sedangkan peluang digunakan untuk menentukan kemungkinannya terjadinya suatu hasil perkawinan genetik berdasarkan hasil kombinasi genetiknya.

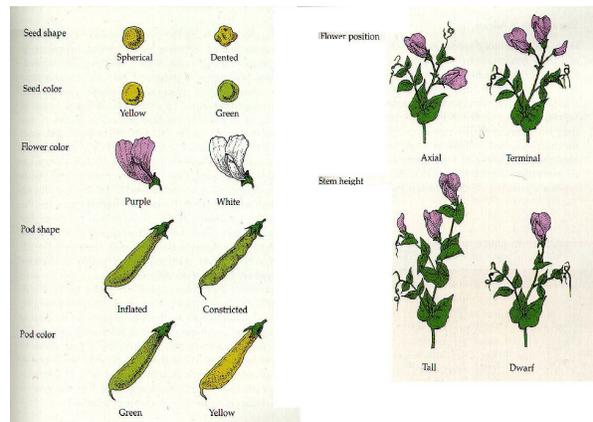
Banyak kegunaan ditelitinya genetika pada saat ini. Dalam makalah ini saya akan membahas beberapa contoh permasalahan yang dapat diselesaikan menggunakan hukum hereditas. Contohnya adalah kita dapat merancang sebuah bibit unggul dengan sifat yang kita inginkan sehingga tanaman hasil sebuah bibit akan menjadi lebih baik. Kita dapat mengungkap kebenaran mengenai asal usul seorang anak. Serta menghindari perkawinan yang membahayakan anak dengan memakai teori genetika.

II. DASAR TEORI

A. Hereditas

Sifat menurun dibawa oleh gen dan ditentukan oleh separuh dari induk jantan dan separuh dari induk betina. Bila terjadi fertilisasi, maka terbentuklah individu baru yang merupakan gabungan dari gen-gen induk jantan dan betina. Asal kejadian genetika modern dimulai oleh Gregor Mendel, seorang biarawan di kebunnya. Ia mencatat sebuah mekanisme penurunan sifat pertukulan

yaitu *Theory of Particulate Inheritance*. Model ini menjelaskan adanya fenomena faktor keturunan (gen) yang secara kekal diwariskan dari induknya kepada keturunannya melalui hukum pemisahan. Teori ini dibangun dari pengamatannya terhadap penyilangan tanaman kacang kapri (*Pisum sativum*) karena kacang kapri ini memiliki banyak varietas misalnya, ada yang berbunga ungu ada yang putih, ada yang berbiji hijau ada yang berbiji kuning, ada yang bijinya bulat ada yang bijinya kisut, ada yang tanamannya tinggi ada juga yang tanamannya rendah, dsb. Dari percobaan-percobaan yang dilakukan muncullah suatu kesimpulan yang selanjutnya menjadi hukum yaitu yang disebut sebagai HUKUM MENDEL.



Hukum Mendel terdiri atas 2 bagian yaitu :

- Hukum pemisahan (*segregation*) dari Mendel, juga dikenal sebagai Hukum Pertama Mendel.

Hukum segregasi bebas menyatakan bahwa pada pembentukan gamet (sel kelamin), kedua gen induk (Parent) yang merupakan pasangan alel akan memisah sehingga tiap-tiap gamet menerima satu gen dari induknya.

Secara garis besar, hukum ini mencakup tiga pokok:
➤ Gen memiliki bentuk-bentuk alternatif yang

mengatur variasi pada karakter turunannya. Ini adalah konsep mengenai dua macam alel; alel resesif (tidak selalu nampak dari luar, dinyatakan dengan huruf kecil, misalnya w dan alel dominan (nampak dari luar, dinyatakan dengan huruf besar, misalnya R).

- Setiap individu membawa sepasang gen, satu dari tetua jantan (misalnya ww) dan satu dari tetua betina (misalnya RR).
 - Jika sepasang gen ini merupakan dua alel yang berbeda (Sb dan sB), alel dominan (S atau B) akan selalu terekspresikan (nampak secara visual dari luar). Alel resesif (s atau b) yang tidak selalu terekspresikan, tetap akan diwariskan pada gamet yang dibentuk pada turunannya.
- Hukum berpasangan secara bebas (*independent assortment*) dari Mendel, juga dikenal sebagai Hukum Kedua Mendel

Hukum kedua Mendel menyatakan bahwa bila dua individu mempunyai dua pasang atau lebih sifat, maka diturunkannya sepasang sifat secara bebas, tidak bergantung pada pasangan sifat yang lain. Dengan kata lain, alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling memengaruhi. Hal ini menjelaskan bahwa gen yang menentukan e.g. tinggi tanaman dengan warna bunga suatu tanaman, tidak saling memengaruhi.

B. Kombinatorial dan Peluang Diskrit

Kombinatorial (*combinatoric*) adalah cabang matematika yang mempelajari pengaturan objek-objek. Solusi yang ingin kita peroleh dengan kombinatorial ini jumlah cara pengaturan objek-objek tertentu di dalam himpunannya. Kombinatorial didasarkan pada hasil yang diperoleh dari suatu percobaan (*experiment*). Percobaan adalah proses fisik yang hasilnya dapat diamati.

Di dalam kombinatorial, kita harus menghitung semua kemungkinan pengaturan objek. Dua kaidah dasar yang digunakan sebagai teknik menghitung dalam kombinatorial adalah kaidah perkalian (*rule of product*) dan kaidah penjumlahan (*rule of sum*)

1. Kaidah Perkalian

Bila percobaan 1 mempunyai p hasil percobaan yang mungkin terjadi, percobaan 2 mempunyai q hasil percobaan yang mungkin terjadi, maka total hasil percobaan yang mungkin terjadi adalah $p \times q$ hasil percobaan bila percobaan 1 dan percobaan 2 dilakukan.

2. Kaidah Penjumlahan

Bila percobaan 1 mempunyai p hasil percobaan yang mungkin terjadi, percobaan 2 mempunyai q hasil

percobaan yang mungkin terjadi, maka bila hanya satu percobaan saja yang dilakukan, terdapat $p + q$ kemungkinan hasil percobaan yang mungkin terjadi.

Kombinatorial dan teori peluang berkait erat sebab teori peluang banyak menggunakan konsep-konsep di dalam kombinatorial. Himpunan semua kemungkinan hasil percobaan dinamakan ruang contoh (*sample space*) dari percobaan yang bersangkutan. Setiap hasil percobaan di dalam ruang contoh disebut titik contoh (*sample point*). Hasil-hasil percobaan tersebut bersifat saling terpisah. Dikatakan saling terpisah karena dari seluruh ruang contoh, hanya satu titik contoh yang muncul.

Misalkan ruang contoh dilambangkan dengan S dan titik-titik contohnya dilambangkan dengan $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots$

maka

$$S = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots\}$$

Menyatakan ruang contoh S yang terdiri dari titik contoh

x_1, x_2, \dots, x_i , dan seterusnya. Ruang contoh yang jumlah anggotanya terbatas disebut ruang contoh diskrit (*discrete sample space*). Peluang terjadinya sebuah titik contoh dinamakan peluang diskrit dan disimbolkan dengan $p(x_i)$.

Peluang diskrit mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Nilai peluang adalah bilangan tidak negatif dan selalu lebih kecil atau sama dengan 1.
2. Jumlah peluang semua titik contoh di dalam ruang contoh S adalah 1.

Kejadian (*event*) adalah himpunan bagian dari ruang contoh. Kejadian yang hanya mengandung satu titik contoh disebut kejadian sederhana (*simple event*) dan kejadian yang mengandung lebih dari satu titik contoh disebut kejadian majemuk (*compound event*).

Peluang kejadian E di dalam ruang contoh S adalah $p(E) = |E| / |S|$. Peluang kejadian E juga dapat diartikan sebagai jumlah peluang semua titik contoh di dalam E. Jadi, kita dapat menuliskan bahwa $p(E) = |E| / |S| = \sum p(x_i)$.

III. PENYELESAIAN MASALAH GENETIK SEDERHANA DENGAN BANTUAN KOMBINATORIAL DAN PELUANG

Permasalahan genetik yang berkaitan erat dengan kombinasi dan peluang salah satunya adalah masalah perkawinan genetik. Kemungkinan kombinasi yang dapat dihasilkan dari hasil perkawinan genetik sangat menentukan sifat yang tampak (fenotip) maupun yang tidak tampak (genotip) dari suatu makhluk hidup.

Masalah yang akan coba saya bahas dalam makalah ini adalah :

- Menentukan genotip orang tua seseorang melalui genotip anak maupun melalui golongan darah.
- Menentukan suatu individu bergenotip *homozygote* / *heterozygote*.
- Menentukan perkawinan yang tidak membahayakan anaknya melalui genotip orang tua.
- Membentuk Suatu Gen Sesuai dengan yang Diinginkan

A. Menentukan genotip orang tua seseorang melalui genotip anak maupun melalui golongan darah.

Saat ini banyak permasalahan di mana seorang anak tidak diketahui orang tuanya. Mungkin terjadi kesalahpahaman yang menyebabkan terjadinya hal itu dikarenakan tampilan seorang anak begitu berbeda dengan orang tuanya atau golongan darah anak berbeda dengan salah satu atau kedua orang tuanya. Hal seperti ini dapat menimbulkan suatu keadaan saling curiga di antara anggota keluarga.

Untuk memecahkan masalah yang pertama, yaitu tampilan anak yang berbeda dari orang tuanya dapat dijelaskan melalui penurunan genotip anak dari orang tuanya dan ditelusuri kembali dari anaknya.

Contoh masalah :

Lelaki tinggi memiliki genotip Tt dan wanita tinggi memiliki genotip Tt. T adalah gen dominan tinggi sedangkan t adalah gen resesif pendek.

P1 : lelaki tinggi x wanita tinggi
 Genotip : Tt x Tt
 Gamet : T atau t x T atau t
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 2 buah kombinasi antara Tt, yaitu T dan t,
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $2 \times 2 = 4$
 F1 : TT(tinggi)
 Tt(tinggi)
 Tt(tinggi)
 tt(pendek)

Dalam persoalan ini S adalah jumlah seluruh kemungkinan kombinasi yaitu 4. Untuk fenotip tinggi memiliki titik contoh 3 buah sedangkan untuk fenotip pendek memiliki titik contoh 1 buah.

Seorang anak dilahirkan dengan tampilan tinggi memiliki peluang $E / S = \frac{3}{4}$.

Seorang anak dilahirkan dengan tampilan pendek memiliki peluang $E / S = \frac{1}{4}$.

Akan terjadi permasalahan saat seorang anak itu memiliki tampilan pendek yang berbeda dari kedua orang tuanya dengan kemungkinan 25%.

Dengan begitu kita dapat menggunakan perkawinan *backcross* (perkawinan balik) untuk mencari genotip

orang tuanya. Perkawinan ini merupakan perkawinan antara F1 dengan salah satu induknya (jantan atau betina). F1 yang akan kita test adalah genotip tt karena hal ini yang dipermasalahkan sehingga dapat diperlihatkan dengan contoh di bawah untuk membuktikan hal ini.

Contoh masalah :

P2 : lelaki pendek x wanita tinggi
 Genotip : tt x Tt
 Gamet : t x T atau t
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 2 buah kombinasi antara Tt, yaitu T dan t, dan 1 buah kombinasi tt yaitu t.
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 2 = 2$
 F2 : Tt(tinggi)
 tt(pendek)

Salah satu hasil kemungkinan perkawinan ini memiliki genotip orangtuanya sehingga dapat dibuktikan bahwa anak tersebut merupakan anak orangtuanya.

Untuk memecahkan masalah yang kedua yaitu golongan darah anak yang berbeda dari orang tuanya dapat dijelaskan melalui penurunan genotip golongan darah orang tuanya.

Untuk hal tersebut kita harus mengetahui beberapa hal berikut ini :

Golongan darah A mempunyai genotip : $i^A i^A$ atau $i^A i^O$
 Golongan darah B mempunyai genotip : $i^B i^B$ atau $i^B i^O$
 Golongan darah AB mempunyai genotip : $i^A i^B$
 Golongan darah O mempunyai genotip : $i^O i^O$
 Hal ini menandakan bahwa i^A dan i^B dominan terhadap i^O , tetapi tidak ada dominan di antara mereka (i^A dan i^B).

Contoh masalah:

Seorang lelaki bergolongan darah B menikah dengan seorang wanita bergolongan darah B. Mereka mempunyai anak yang bergolongan darah AB dan O. Apakah kedua anak tersebut adalah anak mereka?

Ada 4 cara yang dapat dilakukan untuk melihat perkawinan ini karena golongan darah dapat bergenotip $i^B i^B$ atau $i^B i^O$. Kombinasi perkawinan yang dapat terjadi adalah $i^B i^B \times i^B i^B$, $i^B i^B \times i^B i^O$, $i^B i^O \times i^B i^B$, dan $i^B i^O \times i^B i^O$.

Cara 1 :

P1: lelaki golongan darah B x wanita golongan darah B
 Genotip : $i^B i^B$ x $i^B i^B$
 Gamet : i^B x i^B
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 1 buah kombinasi antara $i^B i^B$, yaitu i^B ,
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 1 = 1$
 F1 : $i^B i^B$ (Golongan darah B)

Cara 2 :

P1: lelaki golongan darah B x wanita golongan darah B

Genotip : $i^B i^B$ x $i^B i^O$
 Gamet : i^B x i^B atau i^O

Gamet merupakan kemungkinan hasil
 1 buah kombinasi antara $i^B i^B$, yaitu i^B , dan
 2 buah kombinasi antara $i^B i^O$, yaitu i^B dan i^O ,
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 2 = 2$
 F1 : $i^B i^B$ (Golongan darah B)
 $i^B i^O$ (Golongan darah B)

Cara 3:

P1: lelaki golongan darah B x wanita golongan darah B
 Genotip : $i^B i^O$ x $i^B i^B$
 Gamet : i^B atau i^O x i^B
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 2 buah kombinasi antara $i^B i^O$, yaitu i^B dan i^O , dan
 1 buah kombinasi antara $i^B i^B$, yaitu i^B ,
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $2 \times 1 = 2$
 F1 : $i^B i^O$ (Golongan darah B)
 $i^B i^B$ (Golongan darah B)

Cara 4:

P1: lelaki golongan darah B x wanita golongan darah B
 Genotip : $i^B i^O$ x $i^B i^O$
 Gamet : i^B atau i^O x i^B atau i^O
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 2 buah kombinasi antara $i^B i^O$, yaitu i^B dan i^O , dan
 2 buah kombinasi antara $i^B i^O$, yaitu i^B dan i^O ,
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $2 \times 2 = 4$
 F1 : $i^B i^B$ (Golongan darah B)
 $i^B i^O$ (Golongan darah B)
 $i^B i^O$ (Golongan darah B)
 $i^O i^O$ (Golongan darah O)

Peluang anak bergolongan O : $\frac{1}{4}$

Dengan demikian dapat diketahui dari Cara 4, bahwa memungkinkan bila anak mereka bergolongan darah O bila gamet orang tua $i^B i^O$ dan $i^B i^O$. Dengan peluangnya adalah 25%. Sedangkan bila anak mereka bergolongan darah AB peluangnya adalah 0% sehingga dapat dipastikan bahwa anak yang bergolongan darah AB bukan anak perkawinan mereka.

B. Menentukan Suatu Individu Bergenetip *Homozygote* atau *Heterozygote*

Hal ini penting dilakukan sehingga kita dapat memprediksi hasil perkawinan gen sehingga kita mendapatkan sesuai yang kita inginkan dan menghindari hal yang buruk. Seperti gen buah mangga yang manis sehingga bibitnya akan menjadi bibit unggul. *Homozygote* adalah gen yang memiliki alel seperti gennya (contohnya TT, tt). *Heterozygote* adalah gen yang memiliki alel berbeda dari gennya (contohnya Tt).

Untuk menentukan genotip ini dapat digunakan TestCross (uji silang). Perkawinan antara F1 dengan individu *homozygote* resesif. Jika hasil test cross fenotip 1: 1

maka orang tersebut *heterozygote*. Jika hasil test cross fenotip 100% sama maka orang tersebut *homozygote*.

Contoh masalah :

Marmot hitam bergenetip BB dikawinkan dengan marmot putih bergenetip bb. Maka akan menghasilkan marmot hitam bergenetip Bb.

P1 : Marmot Hitam x Marmot Putih

Genotip : BB x bb

Gamet : B x b

Gamet merupakan kemungkinan hasil

1 buah kombinasi antara BB, yaitu B, dan 1 buah kombinasi antara bb, yaitu b

Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 1 = 1$

F1 : Bb(hitam)

Peluang terjadinya hal ini adalah 1 atau 100%.

Untuk mengetahui apakah F1 adalah *homozygote* atau *heterozygote* maka dilakukan TestCross.

P1 : Marmot Hitam (F1) x Marmot Putih (*homozygote* resesif)

Genotip : Bb x bb

Gamet : B atau b x b

Gamet merupakan kemungkinan hasil

2 buah kombinasi antara Bb, yaitu B dan b, dan 1 buah kombinasi antara bb, yaitu b

Maka jumlah kombinasi gen adalah $2 \times 1 = 2$

F2 : Bb(hitam)

bb(putih)

Dari hasil yang ditunjukkan dapat kita lihat bahwa Fenotip hitam dan putih adalah 1:1 sehingga dapat kita simpulkan bahwa F1 adalah *Heterozygote*.

C. Menentukan perkawinan yang tidak membahayakan anaknya melalui genotip orang tua.

Mengenai hal yang akan dibahas ini lebih mengenai tentang permasalahan rhesus. Pada saat ini rhesus mulai dipertimbangkan sebagai salah satu faktor penentu perkawinan sebab rhesus ini akan mempengaruhi keselamatan ibu dan anaknya di suatu saat. Untuk mengamati hal ini maka perlu diketahui beberapa hal berikut :

Rhesus (Rh) ditentukan oleh satu gen yang terdiri dari 2 alel yaitu R dan r.

- Rh + mempunyai gen RR atau Rr. Orang ini mempunyai antigen Rh dalam eritrositnya. Bile ditest dengan antiserum yang mengandung anti Rh maka eritrositnya akan menggumpal.
- Rh- mempunyai gen rr. Orang ini tidak memiliki antigen Rh.

Contoh masalah :

Seorang perempuan Rh + dengan gen RR kawin dengan lelaki Rh – dengan gen rr maka kemungkinan anaknya adalah

P1 : lelaki Rh - x wanita Rh +
 Genotip : rr x RR
 Gamet : r x R
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 1 buah kombinasi antara rr, yaitu r, dan 1 buah
 kombinasi antara RR, yaitu R
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 1 = 1$
 F1 : Rr (Rhesus +)
 Peluang F1 dengan genotip Rr adalah 100%

Pada hal ini anak memiliki Rh+ dan ibu memiliki Rh+ sehingga saat anak dalam kandungan ibunya tidak akan menjadi masalah.

Contoh masalah :

Seorang perempuan Rh - dengan gen rr kawin dengan lelaki Rh + dengan gen RR maka kemungkinan anaknya adalah

P1 : lelaki Rh + x wanita Rh -
 Genotip : RR x rr
 Gamet : R x r
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 1 buah kombinasi antara RR, yaitu R, dan 1 buah
 kombinasi antara rr, yaitu r
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 1 = 1$
 F1 : Rr (Rhesus +)
 Peluang F1 dengan genotip Rr adalah 100%

Pada hal ini anak memiliki Rh+ dan ibu memiliki Rh-. Kasus seperti ini akan menimbulkan suatu masalah. Anak yang dikandung bergolongan Rh+ artinya darah anak memiliki antigen Rhesus sedangkan darah ibu tidak punya antigen maka darah ibu akan membentuk antibody untuk merusak antigen anak, darah anak akan banyak mengalami kerusakan. Biasanya anak pertama dilahirkan normal. Tetapi bila terjadi kehamilan kedua, antibody darah ibu sudah lebih banyak dan darah anak pada kehamilan kedua akan semakin banyak mengalami kerusakan dan biasanya mengalami kematian. Peristiwa ini disebut dengan *Erythroblastosis Fetalis*.

D. Membentuk Suatu Gen Sesuai dengan yang Diinginkan

Akan diambil salah satu contoh permasalahan yang menggambarkan pembentukan gen ini. Sebagai contohnya adalah jengger ayam. Genotip yang mempengaruhi hal ini adalah R, r, P, p. Agar lebih jelas perlu diketahui beberapa hal berikut:

1. Bila terdapat 2 gen dominan R dan P, jengger yang dihasilkan adalah jenis walnut (satu bagian besar satu bagian kecil).
2. Bila terdapat 1 gen dominan R, jengger yang dihasilkan adalah jenis rose (bentuknya seperti bunga mawar).
3. Bila terdapat 1 gen dominan P, jengger yang dihasilkan adalah jenis Pea (jengger kecil).

4. Bila tidak terdapat gen dominan, jengger yang dihasilkan adalah jenis single.

Untuk menentukan hal ini perlu adanya perbandingan 2 kasus seperti di bawah ini :

Kasus 1 :

P1 : Walnut x Single
 Genotip : RRPP x rrpp
 Gamet : RP x rp
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 1 buah kombinasi antara RRPP, yaitu RP, dan 1 buah
 kombinasi antara rrpp, yaitu rp
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 1 = 1$
 F1 : RrPp (Walnut)
 Peluang terjadinya hal ini adalah 100%
 P2 : Walnut x Walnut
 Genotip : RrPp x RrPp
 Gamet : RP, Rp, rP, rp x RP, Rp, rP, rp
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 4 buah kombinasi antara RrPp, yaitu RP, Rp, rP, rp, dan
 4 buah kombinasi antara RrPp, yaitu RP, Rp, rP, rp.
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $4 \times 4 = 16$
 F2 diberikan dalam tabel berikut ini :

	RP	Rp	rP	rp
RP	RRPP	RRPp	RrPP	RrPp
Rp	RRPp	RRpp	RrPp	Rrpp
rP	RrPP	RrPp	rrPP	rrPp
rp	RrPp	Rrpp	rrPp	rrpp

Dari tabel di atas didapatkan :

- 9 R_P_ : walnut
 3 R_pp : rose
 3 rrP_ : Pea
 1 rrpp : single

Saya akan fokus pada cara mendapatkan jengger jenis rose. Pada hasil yang didapatkan sebelumnya peluang mendapatkan rose adalah $3 / 16$. Kemungkinan untuk mendapatkan jengger jenis ini cukup kecil. Bagaimana cara kita mendapatkan jengger jenis ini dengan peluang yang lebih besar? Saya coba lakukan dengan kasus 2.

Kasus 2 :

P1 : Rose x Single
 Genotip : RRpp x rrpp
 Gamet : Rp x rp
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 1 buah kombinasi antara RRpp, yaitu Rp, dan 1 buah
 kombinasi antara rrpp, yaitu rp
 Maka jumlah kombinasi gen adalah $1 \times 1 = 1$
 F1 : Rrpp (Rose)
 Peluang terjadinya hal ini adalah 100%
 P2 : Rose x Rose
 Genotip : Rrpp x Rrpp
 Gamet : Rp, rp x Rp, rp
 Gamet merupakan kemungkinan hasil
 2 buah kombinasi antara Rrpp, yaitu Rp, rp, dan 2 buah
 kombinasi antara Rrpp, yaitu Rp, rp.

Maka jumlah kombinasi gen adalah $2 \times 2 = 4$

F2 : RRpp (Rose)
Rrpp (Rose)
Rrpp (Rose)
rrpp (single)

Dengan hasil yang didapatkan pada kasus 2 ini ditemukan peluang untuk mendapatkan keturunan dengan jengger jenis rose adalah $\frac{3}{4}$. Peluang kasus 2 ini untuk mendapatkan jenis rose meningkat dengan pesat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suatu gen dapat diatur agar menghasilkan suatu kombinasi gen yang diinginkan.

IV. KESIMPULAN

Kombinatorial dan peluang sangat membantu untuk memecahkan dan membandingkan suatu masalah genetik khususnya mengenai perkawinan genetik. Tanpa adanya kombinatorial kita tidak dapat memprediksi seperti apa kemungkinan hasil keturunan dari perkawinan genetik. Dengan adanya peluang terjadinya suatu kejadian pada genetik ini, kita dapat memutuskan hal yang baik untuk dilakukan baik untuk mendapatkan hasil yang baik atau pun menghindari bahaya secara genetik. Ilmu genetika membantu kita untuk mengetahui fakta-fakta yang ada di lingkungan kita sendiri mengenai perbedaan sifat keturunan dan hal yang lainnya sehingga kita dapat bertindak bijaksana dalam menghadapi masalah yang berkaitan dengan hal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyono, Suro, *Biologi Untuk Kelas XII*, SMA Trinitas Bandung, 2009.
- [2] Munir, Rinaldi, *Diktat Kuliah IF2091 Struktur Diskrit*, Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung, 2008.
- [3] http://id.wikipedia.org/wiki/Hukum_Pewarisan_Mendel, diakses tanggal 10 Desember 2011 pukul 14.51.
- [4] <http://turnerjarleultimateweapon.webs.com/evolutiondisproved.htm>, diakses tanggal 10 Desember 2011 pukul 14.49.

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 2011

ttd

Kevin Alfianto Jangtjik / 13510043