

Analisis Pedigree Cadel (Studi Kasus Beberapa Kabupaten di Sulawesi Selatan)

Pedigree Analysis of Cadel (Case Study on Several Town in Sulawesi Selatan)

Andi Faridah Aرسال

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Makassar. Jl. Daeng Tata Raya, Makassar 90224

Received 4 Agustus 2012 / Accepted 12 September 2012

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Analisis pedigree terhadap sifat cadel. Cadel merupakan ketidakmampuan melafadkan huruf "r". Umum dijumpai pada anak usia BALITA (bawah lima tahun), tapi sering pula terdapat pada orang dewasa. Cadel yang dialami oleh orang dewasa umumnya disebabkan oleh pengaruh lingkungan seperti psikoedukatif dan psikokultural, dapat pula disebabkan oleh faktor penyakit seperti menderita down syndrom, stroke, atau pada penderita penyakit yang berhubungan dengan syaraf. Adapun yang disebabkan oleh faktor herediter belum diketahui secara pasti, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menentukan sifat cadel yang disebabkan oleh pengaruh herediter dan untuk menentukan pola pewarisan cadel. Penelitian ini dilakukan sejak tahun 1994 yang kemudian dilanjutkan lagi tahun 2012 di Propinsi Sulawesi Selatan tempat sampel berdomisili. Sebanyak tiga silsilah keluarga hasil penelitian yang telah disusun dari data yang memenuhi kriteria dianalisis untuk menentukan sifat cadel yang disebabkan oleh faktor herediter dan menentukan pola pewarisan sifat cadel. Pola-pola pewarisan sifat yang digunakan adalah yang umum ditemukan pada manusia. Dibuat suatu asumsi bahwa "Karakter A diturunkan menurut pola b" dalam menentukan pola pewarisan cadel, kemudian melalui fenotip yang terdapat pada silsilah keluarga dilihat kesesuaian dengan asumsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cadel dapat disebabkan oleh faktor herediter dan diwariskan menurut pola resesif autosomal.

Kata kunci : Analisis pedigree, cadel, resesif autosomal.

ABSTRACT

Has done research on the trait of cadel of caused by hereditary factor. Cadel is the inability say letter "r" in adults, it can also be caused by disease factors, psikoedukatif and psikokultural. This study began in 1994 and then discontinued in 2012. Because of herediter factor not yet been known surely, so that this research aim to determine the

Korenspondensi:
email: a.faridaharsal@gmail.com

nature of cadel which influence by herediter and to determine the inheritance pattern of cadel. As many as three pedigree research that has been compiled from the data that meet the criteria are analyzed to determine the nature of cadel caused by hereditary factors and determine the inheritance pattern of a cadel. Made an assumption that "Character A pattern revealed by b" in determining the inheritance pattern cadel, then through phenotypic found in the pedigree is determined assuming compliance. The results showed that cadel can also be caused by hereditary factors with autosomal recessive inheritance pattern.

Key words: Pedigree analysis, cadel, autosomal resesif.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Manusia mempunyai bakat yang tunggal yaitu berbicara. Sekelompok manusia betapapun primitifnya mempunyai bahasa sebagai alat komunikasi. Bunyi bahasa atau urutan-urutan bunyi itu mempunyai pengertian yang tidak terdapat pada makhluk lain, karena untuk menghasilkan bunyi bahasa harus didukung oleh alat-alat ucap disebut artikulator (Martinet, 1987).

Bahasa sebagai alat komunikasi akan terhambat apabila tidak didukung oleh artikulasi yang tepat. Seperti dalam pergaulan sehari-hari sering kali kita menjumpai seseorang yang mengalami kesulitan dalam menghasilkan bunyi bahasa konsonan getar apiko alveolar. Bunyi bahasa konsonan getar apiko alveolar yaitu bunyi bahasa yang menggunakan ujung lidah dan gusi. Ujung lidah berfungsi sebagai artikulator aktif yang menyebabkan proses mengetar dan gusi sebagai artikulator pasif. Bunyi yang dihasilkan adalah konsonan getar "r". Bagi orang yang mengalami kesulitan menyebut huruf 'r', maka kata-kata yang mengandung huruf "r" yang diucapkan sekilas kedengaran seperti ucapan seorang anak usia balita. Hal ini terjadi karena fungsi bunyi bahasa konsonan getar apiko alveolar digantikan dengan bunyi bahasa

konsonan lateral apiko alveolar, bunyi itu ialah "l". Hal inilah yang dikenal dengan istilah cadel. Pada anak usia balita, hal ini dianggap wajar karena perkembangan organ artikulasinya belum sempurna. Lain halnya pada orang dewasa yang seluruh organ tubuhnya termasuk organ artikulasinya juga telah mengalami tahap sempurna dalam perkembangannya.

Pada umumnya cadel ini tidaklah dianggap suatu masalah serius karena tidak tergolong jenis penyakit atau gejala penyakit dan tidak akan menimbulkan komplikasi penyakit (Sidabutar, 1986). Pada beberapa suku bangsa bukanlah merupakan sesuatu yang mencolok bagi mereka bahwa hal ini merupakan sesuatu kelainan seperti pada bangsa Cina, dalam alfabetnya memang tidak terdapat huruf "r" sehingga menyebabkan gangguan fungsi pada artikulatornya karena tidak terbiasa mengeja "r". Demikian pula pada masyarakat Inggris dan beberapa bangsa Negara eropa lainnya, walaupun dalam alphabet mereka terdapat huruf "r" tapi tidak dihasilkan dari bunyi bahasa konsonan getar apiko alveolar, melainkan oleh bunyi bahasa konsonan getar uvular dan konsonan geseran apiko palatal. Konsonan getar uvular terjadi bila artikulator aktif yang menyebabkan bergetarnya udara itu ialah pangkal lidah (lidah belakang) dan artikulator pasifnya

ialah anak tekak. Konsonan geseran apiko palatal terjadi bila artikulator aktifnya ialah ujung lidah dan artikulator pasifnya ialah langit-langit keras (Marsono, 1989; Sidabutar, 1994; Samsuri, 1978).

Selain karena pengaruh lingkungan tadi (sosiokultural) cadel juga dapat dijumpai pada penderita down syndrome, akibat stroke atau pada penderita penyakit yang berhubungan dengan syaraf (Sidabutar, 1994; Sidarta, 1986). Adapun yang disebabkan oleh karena adanya pengaruh faktor keturunan belum diketahui secara pasti.

Menurut dr. Lily Sidiarto dari bagian Neurologi FKUI-RSCM, Jakarta, cadel adalah salah satu bentuk disartri yaitu sebutan untuk gangguan artikulasi (pengucapan kata) yang disebabkan oleh gangguan struktur atau gangguan fungsi dari organ artikulasi. Cadel dapat disebabkan oleh gangguan struktur antara lain karena ukuran lidahnya relatif pendek atau kelainan pada otot yang terdapat di bawah lidah. Adanya kelainan kedua otot tadi bisa menyebabkan gerakan lidah menjadi kurang baik.

Penyebab cadel bisa juga disebabkan oleh gangguan fungsi. Gangguan fungsi organ artikulasi dapat terjadi karena kelainan pada otak. Misalnya penderita *celebropalsy* (cp), yaitu kelumpuhan syaraf pusat, yang antara lain menyebabkan kelemahan motorik otot. Resikonya kecepatan kerja lidah akan berkurang. Penderita down syndrome berakibat kerja lidahnya kurang bagus. Down syndrome, selain menyebabkan intelegensinya rata-rata minus, tonus otot lidahnya pun lemah sehingga menyebabkan cadel (Sidabutar, 1994).

Diskoordinasi antara gerakan otot-otot pernapasan, otot-otot pita suara dan lidah bermanifestasi pada pengucapan kata-kata dalam kalimat yang tersendat-sendat, kurang jelas dan banyak kata-kata yang ditelan. Gangguan artikulasi kata-kata dan gangguan irama berbicara itu dinamakan disartria. Daerah seleblar (*hemisferium serebeli*) berhubungan erat dengan korliks selebri, terutama mengenai gerakan tangkas otot-otot di kepala dan leher. Karenanya disartria akan timbul juga akibat kerusakan hemisferium serebeli (Sidarta, 1986). *Scanning speech* atau disartri ialah akibat inkordinasi otot-otot yang digunakan untuk berbicara (Munandar, 1986).

Macam-macam artikulasi diuraikan dalam bagian pembentukan bunyi-bunyi ujar memberikan kriterium bagi penggolongan semua bunyi menjadi dua golongan yang besar, yaitu vokoid dan kontoid. Vokoid ialah bunyi yang bagi pengucapannya jalan mulut tidak terhalang. Arus udara dapat mengalir dari paru-paru ke bibir dan keluar tanpa dihambat. Tanpa harus melalui lubang sempit dan tanpa dipindahkan dari garis tengah pada alurnya. Tanpa menyebabkan alat-alat supra glottal sebahpun bergetar, biasanya bersuara, tetapi tidak perlu selalu demikian. Kontoid, sebaliknya adalah bunyi yang bagi pengucapannya arus udara dihambat sama sekali oleh penutupan larynx atau jalan dimulut, atau dipaksa melalui lubang sempit, atau dipindahkan dari garis tengah dari pada alurnya melalui lubang lateral, atau menyebabkan bergetarnya salah satu alat-alat supra glottal (Samsuri, 1978).

Dalam mempelajari suatu karakter pada manusia, kita tidak dapat membuat suatu uji perkawinan, dan kita tidak dapat menghasilkan generasi f1, f2 dan

seterusnya dari orang tua yang diketahui secara pasti bergenotip homozigot untuk mempelajari pola pewarisan karakter menurun.

Selain karena bertentangan dengan nilai keagamaan, moral dan etika juga karena daur generasi yang lama dan jumlah keturunan relatif sedikit. Salah satu cara yang dipakai untuk mempelajari karakter (sifat) menurun pada manusia adalah dengan membuat suatu daftar silsilah keluarga (pedigree) yang menyangkut sebanyak mungkin generasi dan memperlihatkan individu yang normal maupun yang menampakkan sifat yang hendak diteliti. Seorang ahli genetika adalah manusia biasa yang memiliki jangka waktu tertentu untuk hidup sehingga sangat tidak praktis untuk menunggu sampai tiga generasi atau lebih untuk mempelajari sifat menurun tertentu. Bila kita tidak dapat menunggu untuk melihat generasi selanjutnya dengan jalan mengumpulkan informasi tentang seluruh anggota keluarga yang masih hidup dan mendapatkan sebanyak mungkin informasi tentang generasi terdahulu. Kemudian menggambarannya dalam suatu bagan atau silsilah keluarga, hal ini disebut analisa pedigree. Dengan semakin banyaknya informasi yang diperoleh dan dengan melakukan lebih banyak pemeriksaan akan lebih memungkinkan untuk membuat kesimpulan tentang mekanisme pewarisan gen atau gen-gen yang sesuai dengan sifat yang sedang dipelajari (Arsal, 1995; Russel,1986).

Sebuah pedigree merupakan diagram yang mengandung semua hubungan kekerabatan yang diketahui, baik dari generasi sekarang maupun generasi terdahulu dan memuat data-data tentang

sifat atau keadaan yang akan dipelajari. Individu yang ada kelainan hereditier menjadi sumber informasi bagi penyusunan sebuah pedigree disebut probandus atau propositus. Prosedur umum yang dilakukan dalam menganalisa pedigree adalah meneliti setiap generasi dari keluarga yang sedang dipelajari. Mulai dari generasi tertua sampai generasi terakhir kemudian menguji pola transmisi hereditier. Transmisi hereditier mana yang cocok untuk sifat yang sedang diteliti tersebut. Bersifat dominankah atau resesif atau terkait sex atau lainnya (Arsal, 1995; Russel,1986).

Melalui daftar silsilah keluarga akan diperoleh dugaan yang baik dan pasti bahwa sifat tersebut adalah dipengaruhi oleh faktor keturunan, untuk itu dilakukanlah penelitian analisis pedigree atau silsilah keluarga sifat cadel dengan mengumpulkan data sebanyak-banyaknya dari keluarga yang memenuhi kriteria dan disusun dalam bentuk silsilah keluarga. Penelitian ini bertujuan menganalisa silsilah keluarga cadel untuk menentukan sifat cadel yang disebabkan oleh pengaruh hereditier dan untuk menentukan pola pewarisan cadel.

2. Hipotesis

Berdasarkan penjabaran di atas dan bukti yang ada, maka selain oleh faktor lingkungan, diduga cadel dapat pula disebabkan oleh faktor hereditier.

3. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai awal Februari 1994 sampai Maret 1995. Kemudian dilanjutkan lagi awal Mei 2012 sampai Agustus 2012. Penelitian berlokasi di propinsi Sulawesi Selatan tempat sampel berdomisili.

METODE

Pengambilan sampel dilaksanakan dengan mendatangi keluarga yang telah diketahui salah seorang anggota keluarganya mengalami cadel untuk:

- Mendapatkan data tentang silsilah keluarga tersebut.
- Memperoleh kepastian bahwa cadel yang dialami oleh orang tersebut bersifat menurun dan tidak disebabkan oleh faktor lain.

Dalam memperoleh hasil yang lebih akurat, maka data untuk suatu silsilah keluarga tersebut harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

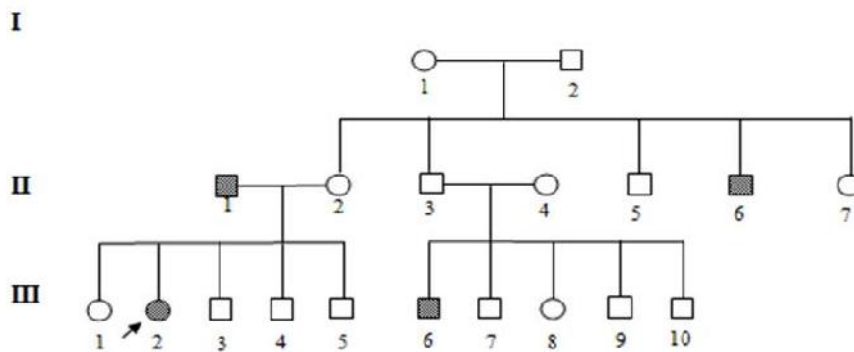
- Sifat yang akan diteliti tidak hanya terdapat pada satu generasi saja namun

dapat pula dalam satu generasi terdapat dua atau lebih individu yang mengalami cadel.

- Individu yang memiliki sifat tersebut tidak pernah atau tidak sedang mengalami/mengidap suatu penyakit yang parah, cacat bawaan atau kelainan hereditas lain.
- Bahasa tidak mempengaruhi pengucapan suatu huruf atau konsonan pada individu tersebut.
- Individu yang memiliki sifat tersebut berusia di atas BALITA.

Data dari hasil penelitian yang memenuhi syarat selanjutnya dibuatkan suatu pedigree dan kemudian dianalisa untuk menentukan pola pewarisan karakter cadel.

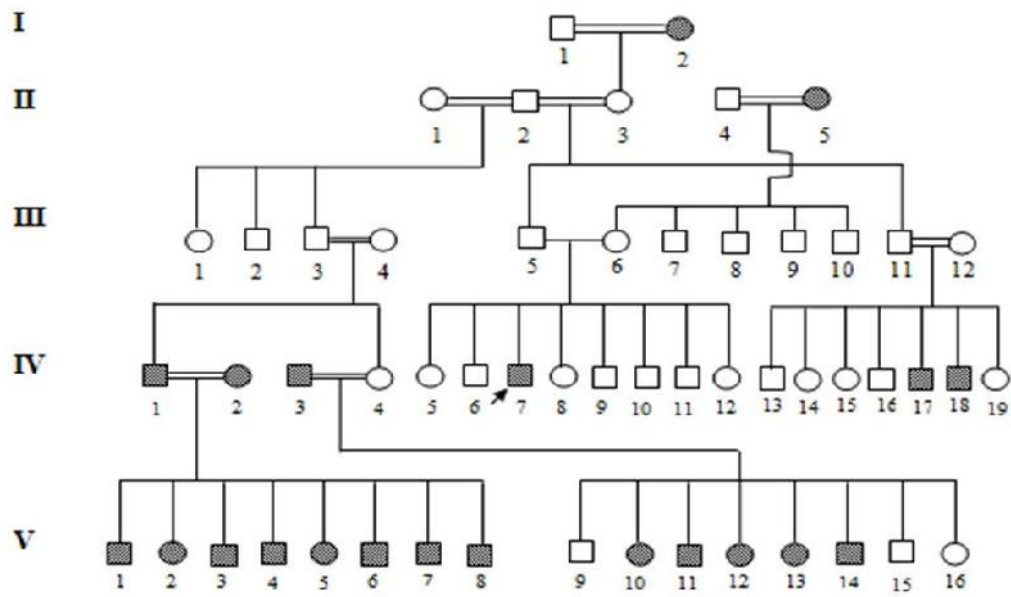
HASIL



Gambar 1.
Silsilah keluarga H.A.S

Simbol	Keterangan
○	Perempuan tidak cadel
□	Laki-laki tidak cadel
●	Perempuan cadel
■	Laki-laki cadel
↗	Probandus

Angka Romawi menunjukkan generasi
Angka Arab menunjukkan indikator

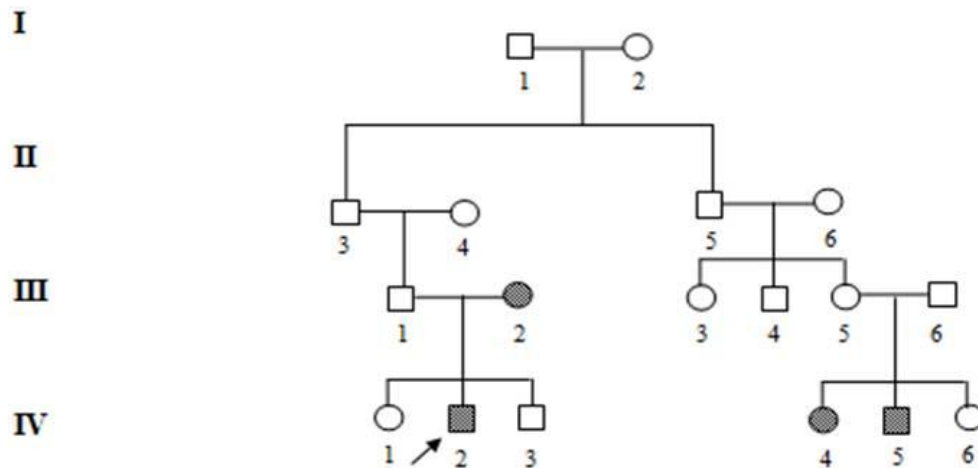


Gambar 2. Silsilah keluarga H.R.A.R

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
○	Perempuan tidak cadel	↗	Probandus
□	Laki-laki tidak cadel	══	Perkawinan keluarga (Inbreeding)
●	Perempuan cadel		
■	Laki-Laki cadel		

Angka romawi menunjukkan generasi
 Angka Arab menunjukkan individu

Analisis Pedigree Cadel



Gambar 3. Silsilah keluarga H.M.

Simbol



Perempuan tidak cadel



Laki-laki tidak cadel



Probandus



Perempuan cadel



Laki-laki cadel

Angka Romawi menunjukkan generasi

Angka Arab menunjukkan Individu

PEMBAHASAN

Melalui diagram silsilah keluarga dari suatu individu yang mengalami cadel, sudah dapat dipastikan/diperkirakan bahwa cadel yang dialaminya disebabkan oleh faktor keturunan serta dapat membedakannya dari cadel yang disebabkan oleh faktor lain. Melalui diagram silsilah dapat dilihat bagaimana sejarah keluarganya mengenai sifat/ karakter tersebut. Kemudian langkah selanjutnya

menentukan pola penurunannya dari silsilah-silsilah keluarga tersebut.

Dalam menentukan pola yang digunakan untuk mewariskan atau meneruskan suatu karakter, dibuat suatu asumsi misalnya “karakter A diturunkan menurut pola b”. Kemudian melalui pola fenotip yang ada ditentukan apakah asumsi tersebut sesuai atau tidak.

Beberapa pola pewarisan sifat yang ditentukan oleh gen dan umum ditemukan pada manusia adalah sebagai berikut :

1. Y – linkage
2. X – linkage dominan
3. X – linkage resesif
4. Dominan autosomal
5. Resesif autosomal
6. Karakter yang ekspresinya terbatas pada jenis kelamin tertentu
7. Karakter yang ekspresinya dipengaruhi oleh jenis kelamin yang dapat dibagi menjadi :
 - a. Karakter yang bersifat dominan pada laki-laki dan resesif pada perempuan
 - b. Karakter yang bersifat dominan pada perempuan dan resesif pada laki-laki

Asumsi I: Gen Cadel Terletak pada kromosom Y

Kromosom Y adalah kromosom yang berukuran lebih pendek dibandingkan dengan kromosom X, sehingga jauh lebih sedikit mengandung gen-gen. Kromosom Y hanya dimiliki oleh orang laki-laki saja, sehingga sifat keturunan yang ditentukan oleh gen pada kromosom Y hanya akan diwariskan kepada keturunan laki-laki saja. Jika gen cadel terletak pada kromosom Y maka sifat cadel ini hanya dimiliki oleh orang laki-laki saja. Tapi dari data diperoleh bahwa sifat cadel dapat dimiliki oleh orang laki-laki dan perempuan sehingga menghapus dugaan tersebut.

Asumsi II: Gen Cadel adalah Gen X Linkage Dominan

Jika diduga bahwa gen yang menentukan terjadinya cadel adalah gen yang terletak pada kromosom X dan bersifat dominan maka :

- a. Pada perkawinan antara laki-laki cadel dan wanita tidak cadel (bergenotip resesif homozigot) akan diperoleh semua anak perempuannya cadel dan

semua anak laki-lakinya tidak cadel. Tetapi pada gambar 1 dari perkawinan $II_1 \times II_2$ diperoleh sebagian anak perempuan tidak cadel. Pada gambar 2 dari perkawinan laki-laki cadel dan perempuan tidak cadel ($IV_3 \times IV_4$) diperoleh sebagian anak laki-laki cadel.

- b. Dari perkawinan laki-laki tidak cadel dan perempuan tidak cadel akan diperoleh semua anak tidak cadel. Tetapi pada gambar 1 perkawinan $I_1 \times I_2$ dan $II_3 \times II_4$ gambar 2 perkawinan $III_5 \times III_6$ dan $III_7 \times III_8$ gambar 3 memperlihatkan dari perkawinan antara laki-laki tidak cadel dan perempuan tidak cadel memperoleh sebagian anak cadel.

Dari uji-uji perkawinan tersebut menunjukkan ketidaksesuaian dengan pola fenotip yang ada sehingga dugaan bahwa gen yang menyebabkan cadel terletak pada kromosom X dan bersifat dominan tidak dapat dibenarkan.

Asumsi III: Gen Cadel adalah Gen X Linkage Resesif

Dugaan bahwa gen yang menyebabkan cadel terletak pada kromosom X yang bersifat resesif dapat dibenarkan jika tidak melihat Gambar 2 (perkawinan $II_4 \times II_5$) dan Gambar 3 ($III_1 \times III_2$). Disitu dapat terlihat bahwa perkawinan antara laki-laki tidak cadel dan perempuan cadel mempunyai anak laki-laki tidak cadel dan perempuan cadel, yang seharusnya apabila suatu karakter adalah X linkage resesif, dari perkawinan antara laki-laki tidak cadel dan perempuan cadel akan diperoleh semua anak laki-laki cadel. Jadi dugaan bahwa gen yang menyebabkan terjadinya cadel terletak pada kromosom

X dan bersifat resesif juga tidak dapat dibenarkan.

Asumsi IV: Cadel adalah Gen yang Ekspresinya Dibatasi oleh Seks

Gen yang dibatasi oleh jenis kelamin adalah gen yang diturunkan dengan cara yang sama pada kedua jenis kelamin tetapi hanya menampilkan karakternya pada jenis kelamin tertentu saja. Contohnya warna kupu semanggi : kupu jantan selalu berwarna kuning, tetapi yang betina dapat kuning dan putih. Warna putih dominan, tetapi hanya memperlihatkan diri pada kupu betina (2).

Jika cadel dipengaruhi oleh gen yang ekspresinya dibatasi oleh seks, maka cadel hanya akan kita jumpai pada salah satu seks saja karena hanya memperlihatkan diri atau mengekspresikan diri pada salah satu seks saja. Tapi kenyataannya cadel terdapat pada orang laki-laki dan juga pada orang perempuan. Dengan demikian cadel adalah bukan gen yang ekspresinya dibatasi oleh seks.

Asumsi V: Cadel adalah Gen yang Ekspresinya Dipengaruhi oleh Jenis Kelamin

Gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh jenis kelamin adalah sifat yang tampak pada kedua macam seks, tetapi pada salah satu seks ekspresinya lebih besar dari pada untuk seks lainnya atau dengan kata lainnya gen-gen tersebut dominansinya bergantung dari jenis kelamin individu. Contohnya pada kepala botak, jika B merupakan gen yang menentukan kepala botak dan alelnya b menentukan kepala berambut normal, maka pengaruh jenis kelamin itu demikian rupa sehingga gen B

itu dominan pada laki-laki, tetapi resesif pada perempuan.

Jika cadel juga termasuk gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh jenis kelamin yang dominan pada laki-laki dan resesif pada orang perempuan, maka perkawinan antara laki-laki tidak cadel dengan perempuan cadel akan memperoleh anak laki-laki yang semuanya cadel dan semua anak perempuannya tidak cadel. Tetapi pada Gambar 2 (perkawinan $II_4 \times II_5$) dan Gambar 3 (perkawinan $III_1 \times III_2$) dari perkawinan laki-laki normal dan perempuan cadel memperoleh anak laki-laki tidak cadel. Perkawinan antara laki-laki tidak cadel dan perempuan tidak cadel (bergenotip heterozigot atau homozigot) mestinya akan memperoleh anak laki-laki cadel atau tidak cadel dan semua anak perempuannya tidak cadel, tetapi kenyataannya tidak demikian, pada Gambar 3 ($III_5 \times III_6$) perkawinan antara laki-laki dan perempuan tidak cadel memperoleh anak perempuan cadel. Jadi dugaan bahwa cadel adalah gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh jenis kelamin, khususnya yang bersifat dominan pada laki-laki dan resesif pada perempuan tidak dapat dibenarkan. Demikian pula untuk karakter yang bersifat dominan pada perempuan dan resesif pada laki-laki juga tidak dapat dibenarkan. Karena perkawinan antara laki-laki cadel dan perempuan tidak cadel tentulah memperoleh anak perempuan yang semuanya cadel dan semua anak lakinya tidak cadel. Tetapi pada Gambar 1 ($II_1 \times II_2$) dapat dilihat adanya anak perempuan tidak cadel dari perkawinan antara laki-laki cadel dan perempuan tidak cadel.

Asumsi VI: Gen Cadel adalah Gen Dominan Autosom

Dugaan bahwa gen cadel adalah gen dominan autosom juga tidak dapat dibenarkan, karena tidak terlihat adanya ciri pola pewarisan sifat secara dominan autosom yaitu bahwa sifat keturunan ini diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya secara vertikal atau tidak terjadinya pelompatan generasi dalam pemunculan sifat. Hal ini terjadi karena hadirnya sebuah gen dominan di dalam genotip seseorang sudah menyebabkan sifat itu tampak padanya, berarti orang tidak cadel bergenotip homozigot resesif. Selain itu pada perkawinan antara laki-laki tidak cadel dan perempuan tidak cadel didapati adanya anak yang cadel seperti pada Gambar 1 (perkawinan $I_1 \times I_2$ dan perkawinan $II_3 \times II_4$), Gambar 2 (perkawinan $III_3 \times III_4$, $III_5 \times III_6$ dan $III_{11} \times III_{12}$), dan Gambar 3 (perkawinan $III_5 \times III_6$), yang seharusnya tidaklah demikian jika gen cadel adalah gen dominan autosom.

Asumsi VII: Gen Cadel adalah Gen Resesif Autosom

Dari keseluruhan pola pewarisan karakter yang ada, maka pola pewarisan untuk karakter cadel yang paling sesuai dengan pola fenotip yang ada adalah resesif autosomal. Hal ini berdasarkan analisa :

1. Adanya pelompatan generasi dalam munculnya suatu karakter, karena kerja gen resesif ditutupi oleh pasangannya yang dominan.
2. Perkawinan antara laki-laki dan perempuan tidak cadel didapati adanya anak mengalami cadel, hal ini dimungkinkan apabila kedua orang tua tidak cadel tersebut memiliki genotip

heterozigot (carrier) dan anaknya yang cadel menerima sepasang alel resesif yang berasal dari kedua orang tuanya.

3. Karena orang cadel bergenotip resesif homozigot, maka perkawinan antara dua orang cadel didapati semua anaknya cadel seperti pada gambar 2 perkawinan $IV_1 \times IV_2$.
4. Perkawinan antara orang cadel dan orang tidak cadel memperlihatkan sebagian anaknya tidak cadel dan ada yang cadel. Hal ini terjadi apabila orang tidak cadel tersebut bergenotip heterozigot sehingga adanya anak cadel karena menerima sepasang alel resesif, sedangkan anak tidak cadel menerima alel dominan dari orang tuanya yang tidak cadel.

KESIMPULAN

1. Cadel dapat disebabkan oleh faktor keturunan.
2. Pola pewarisan gen cadel adalah resesif autosomal.

SARAN

Masih diperlukan adanya penelitian selanjutnya untuk menentukan gen cadel.

DAFTAR PUSTAKA

- Aرسال AF. 1995. Analisis Pedigree Cadel laporan kuliah kerja lapang Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Aرسال AF, 2012, Genetika: Bahan Ajar dalam lingkungan Jurusan Biologi FMIPA UNM, Makassar.
- Lewis R. 2008. Human Genetics, Mc Graw-Hill. New York.

Analisis Pedigree Cadel

- Marsono. 1989. Fonetik. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hal 93-95.
- Martinet. 1987. Ilmu Bahasa: Pengantar, Kanisius. Yogyakarta. Hal 22, 49, 50-52.
- Munandar. 1986. *Anatomi Susunan Saraf Manusia: Prinsip-prinsip Dasar Neurobiologi*. CV EGC Penerbit buku kedokteran. Jakarta Utara. hal 254.
- Russel. 1986. Genetics, Little Brown and Company. USA. Hal 204-205.
- Samsuri. 1978. *Analisa Bahasa Memahami Bahasa Secara Ilmiah*. Erlangga, Jakarta. 103.
- Sidarta P. 1986. *Anatomi Susunan Saraf Pusat Manusia*. Dian Rakyat. Jakarta. 156.
- Sidabutar T. 1994. Kesehatan: Menangani Anak Cadel. Nova No. 339/VII-21 Agustus 1994. Jakarta. hal 25.