

Studi Kasus Mekanisme Pewarisan Sifat (Tangan Bercabang) Di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara

Qothrunnada Amzer (1), Hasni Periadhi Hasibuan (2), Fauziyah Harahap (3), Syahmi Edi (4), Aida Fitriani Sitompul (5)

Program Pascasarjana, Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

qothrunnadaamzer@gmail.com (1), hasnipriadi007@gmail.com (2), fauziyahharahap@unimed.ac.id (3)
syahmiedi@unimed.ac.id (4), aidafitrianistmpl@unimed.ac.id (5)

ABSTRAK

Polidaktili merupakan salah satu kelainan genetik yang ditandai dengan adanya jumlah jari tangan atau kaki yang melebihi normal. Kelainan ini sering dijadikan contoh klasik dalam kajian genetika karena pola pewarisannya yang relatif mudah diamati. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mekanisme pewarisan sifat polidaktili pada dua keluarga yang berdomisili di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan Sumatera Utara. Penelitian menggunakan metode studi kasus dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui wawancara, observasi, serta analisis diagram silsilah keluarga (*pedigree*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedua keluarga, polidaktili diwariskan melalui pola autosomal dominan. Hal ini ditunjukkan oleh munculnya sifat pada setiap generasi, distribusi yang tidak dipengaruhi jenis kelamin, serta kemungkinan pewarisan sebesar 50% dari orang tua yang bersifat heterozigot. Analisis ini memperkuat teori genetika klasik Mendel mengenai dominansi alel dalam menentukan fenotipe. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih aplikatif mengenai mekanisme pewarisan sifat pada manusia, serta menjadi referensi pembelajaran kontekstual bagi mahasiswa dalam memahami genetika.

Kata Kunci: polidaktili, genetika, pewarisan sifat, autosomal dominan, silsilah keluarga (*pedigree*).

ABSTRACT

Polydactyly is a genetic disorder characterized by the presence of extra fingers or toes beyond the normal number. This condition is often used as a classical example in genetic studies due to its relatively easy-to-observe inheritance pattern. This study aims to analyze the inheritance mechanism of polydactyly in two families residing in Titi Kuning, Medan Johor District, Medan City, North Sumatra. The research employed a case study method with a qualitative descriptive approach through interviews, observations, and pedigree analysis. The results indicate that in both families, polydactyly is inherited through an autosomal dominant pattern. This is demonstrated by the presence of the trait in every generation, its distribution independent of sex, and an approximate 50% probability of inheritance from heterozygous parents. This analysis supports Mendelian classical genetic theory, particularly the principle of allele dominance in determining phenotype. This study is expected to provide a more applicable understanding of inheritance mechanisms in humans and to serve as a contextual learning reference for students in studying genetics.

Keywords: polydactyly, genetics, inheritance, autosomal dominant, pedigree

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Genetika merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang pewarisan sifat dari generasi ke generasi. Dalam perkembangan ilmu genetika modern, prinsip-prinsip Mendel tetap menjadi dasar dalam memahami berbagai fenomena biologis, termasuk kelainan genetik pada manusia. Salah satu contoh kelainan genetik yang cukup sering ditemukan adalah polidaktili. Polidaktili adalah kondisi di mana seseorang memiliki jari tambahan pada tangan atau kaki. Kelainan ini dapat terjadi dalam berbagai bentuk, mulai dari tambahan kecil berupa jaringan lunak hingga jari yang berkembang sempurna. Secara genetik, polidaktili umumnya dikendalikan oleh gen dominan autosomal, meskipun dalam beberapa kasus dapat melibatkan faktor genetik lain seperti penetransi tidak lengkap dan ekspresivitas variabel. Studi kasus pada manusia menjadi penting karena memberikan gambaran nyata tentang bagaimana teori genetika diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Di kelurahan Titi Kuning, Medan Johor, ditemukan beberapa keluarga yang memiliki anggota dengan kondisi polidaktili. Hal ini menjadi peluang untuk melakukan kajian ilmiah guna memahami pola pewarisan sifat tersebut secara lebih mendalam. Studi kasus terhadap keluarga yang mengalami polidaktili penting dilakukan untuk memahami pola pewarisan sifat secara nyata. Dengan pendekatan ini, mahasiswa dapat mengaitkan konsep teori genetika dengan fenomena biologis yang terjadi di lingkungan sekitar. Salah satu karakter morfologi yang menarik untuk dikaji adalah kondisi yang secara lokal atau dalam bahasa sehari-hari disebut sebagai **“tangan bercabang”**. Istilah tersebut perlu dipahami secara hati-hati dalam konteks ilmiah karena dapat digunakan masyarakat untuk menggambarkan bentuk jari atau tangan yang berbeda dari kondisi morfologi umum. Secara medis dan genetika, kelainan bentuk pada jari tangan dapat mencakup berbagai fenotip, antara lain adanya jari tambahan atau polidaktili (*polydactyly*), penyatuan jari atau sindaktili (*syndactyly*), maupun variasi perkembangan jari lainnya. Oleh sebab itu, penelitian berbasis studi kasus diperlukan untuk mendokumentasikan secara lebih objektif bentuk fenotip yang ditemukan, sebelum menarik kesimpulan mengenai mekanisme pewarisannya. Polidaktili merupakan salah satu kelainan kongenital ekstremitas yang ditandai dengan adanya jumlah jari melebihi lima pada tangan dan/atau kaki. Fenotip ini dapat muncul sebagai kondisi yang berdiri sendiri atau berkaitan dengan sindrom tertentu. Berdasarkan lokasi jari tambahan, polidaktili secara umum dapat diklasifikasikan menjadi polidaktili preaksial, sentral, dan postaksial. Kajian genetika menunjukkan bahwa beberapa bentuk polidaktili dapat memperlihatkan pola pewarisan Mendelian, termasuk pola autosomal dominan dengan penetransi dan ekspresivitas yang bervariasi. Akan tetapi, mekanisme genetiknya tidak selalu sederhana karena terdapat heterogenitas genetik dan keterlibatan sejumlah gen yang berperan dalam pengaturan perkembangan anggota gerak. Perkembangan tangan dan jari merupakan proses biologis yang berlangsung secara teratur selama perkembangan embrio. Pembentukan jumlah, posisi, dan identitas jari dipengaruhi oleh jaringan regulasi genetik dan molekuler yang kompleks. Berbagai penelitian menunjukkan keterlibatan jalur perkembangan dan gen tertentu, termasuk *GLI3*, *SHH*, serta gen-gen lain yang berperan dalam pengaturan pola pembentukan ekstremitas. Variasi atau perubahan pada mekanisme tersebut dapat menghasilkan perbedaan fenotip yang cukup luas, baik antarindividu maupun antarkeluarga. Oleh karena itu, dua individu yang sama-sama memperlihatkan karakter tambahan atau perubahan bentuk jari belum tentu memiliki dasar genetik yang identik. Kompleksitas tersebut menunjukkan pentingnya pengamatan fenotip dan riwayat keluarga secara sistematis dalam penelitian mekanisme pewarisan sifat. Kondisi yang diduga memiliki hubungan dengan faktor keturunan menjadi semakin menarik apabila ditemukan pada lebih dari satu anggota dalam suatu keluarga dan

muncul pada beberapa generasi. Melalui penyusunan silsilah atau *pedigree*, peneliti dapat mengidentifikasi pola kemunculan suatu karakter pada laki-laki dan perempuan serta mengamati kemungkinan sifat tersebut diwariskan secara vertikal dari orang tua kepada keturunannya. Data tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk membandingkan pola yang ditemukan di lapangan dengan kemungkinan model pewarisan, seperti autosomal dominan, autosomal resesif, terpaut kromosom seks, atau pola lain yang memerlukan kajian lebih lanjut. Meskipun demikian, analisis berdasarkan silsilah dan fenotip merupakan pendekatan untuk mengidentifikasi **kemungkinan pola pewarisan**, bukan bukti definitif mengenai gen atau mutasi penyebab tanpa pemeriksaan genetik molekuler. Wilayah Titi Kuning, Kecamatan Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara, menjadi lokasi yang menarik untuk dilakukannya studi kasus apabila ditemukan individu atau keluarga yang memiliki karakter yang oleh masyarakat dikenal sebagai tangan bercabang. Keberadaan kasus tersebut dapat menjadi objek penelitian genetika manusia berbasis komunitas untuk mendokumentasikan karakter fenotip, menelusuri riwayat kemunculannya dalam keluarga, dan menganalisis kemungkinan mekanisme transmisi sifat antargenerasi. Studi pada tingkat lokal juga memiliki nilai penting karena data mengenai variasi fenotip dan riwayat pewarisan karakter tertentu pada populasi setempat masih dapat terbatas. Dokumentasi ilmiah terhadap kasus lokal dapat memperkaya informasi mengenai penerapan genetika manusia di Indonesia, khususnya dalam konteks hubungan antara konsep hereditas dengan fenomena biologis yang ditemukan langsung di masyarakat. Dalam perspektif pendidikan biologi, penelitian ini juga memiliki nilai akademik yang tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai variasi karakter manusia pada tingkat lokal sekaligus menjadi dasar bagi penelitian lanjutan, terutama apabila diperlukan konfirmasi klinis atau pemeriksaan genetik molekuler. Oleh karena itu, penelitian dengan judul **“Studi Kasus Mekanisme Pewarisan Sifat (Tangan Bercabang) di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara”** penting dilakukan untuk mendokumentasikan fenomena tersebut secara sistematis dan menganalisis kemungkinan pola pewarisannya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian genetika manusia, menambah data ilmiah mengenai variasi fenotip pada masyarakat lokal, serta memperkuat pemahaman mengenai penerapan konsep pewarisan sifat dalam kehidupan nyata.

2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penelitian dengan judul Studi Kasus Mekanisme Pewarisan Sifat (Tangan Bercabang) Di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara dapat dilaksanakan dengan baik dan benar dan sesuai prosedur. .

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian dari judul Studi Kasus Mekanisme Pewarisan Sifat (Tangan Bercabang) Di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara.

4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan di bidang genetika, khususnya terkait dengan pewarisan sifat autosomal dominan pada manusia. Hasil penelitian dari judul Studi Kasus Mekanisme Pewarisan Sifat (Tangan Bercabang) Di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara ini juga dapat menjadi referensi tambahan bagi mahasiswa, peneliti, maupun akademisi dalam memahami penerapan hukum Mendel dalam kehidupan nyata.

II. METODE KEGIATAN PKM

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan jenis penelitian studi kasus (case study) yang bertujuan untuk mengkaji secara mendalam fenomena pewarisan sifat polidaktili dalam konteks kehidupan nyata pada lingkungan keluarga. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang komprehensif dan holistik mengenai pola pewarisan sifat berdasarkan data empiris yang diperoleh langsung dari subjek penelitian. Penelitian dilaksanakan di jalan B. Zein Hamid Km 6.2, Kelurahan Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara, dengan fokus pada dua keluarga yang memiliki anggota dengan kondisi polidaktili. Pemilihan subjek penelitian dilakukan secara purposive sampling, yaitu dengan mempertimbangkan kriteria tertentu, seperti adanya riwayat polidaktili dalam keluarga dan kesediaan responden untuk memberikan informasi secara lengkap. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling melengkapi. Pertama, wawancara semi terstruktur dilakukan kepada anggota keluarga untuk memperoleh informasi mengenai riwayat kesehatan, silsilah keluarga, serta persepsi mereka terhadap kondisi polidaktili. Wawancara ini memungkinkan peneliti menggali data secara lebih mendalam dan fleksibel sesuai dengan konteks yang ditemukan di lapangan. Kedua, observasi langsung dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi fenotipik individu yang mengalami polidaktili, termasuk jumlah dan bentuk jari tambahan, serta kemungkinan variasi ekspresi yang muncul. Ketiga, dokumentasi dilakukan dengan mencatat dan menyusun data silsilah keluarga (pedigree) hingga minimal dua generasi, guna memudahkan analisis pola pewarisan sifat secara sistematis. Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini meliputi pedoman wawancara, lembar observasi, serta format pencatatan pedigree yang disusun berdasarkan standar analisis genetika. Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menerapkan teknik triangulasi sumber, yaitu membandingkan data hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi sehingga diperoleh data yang konsisten dan dapat dipercaya. Selain itu, validitas data juga diperkuat melalui klarifikasi ulang kepada responden (member check) terhadap informasi yang telah dikumpulkan. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengintegrasikan pendekatan genetika klasik berdasarkan hukum Mendel. Tahapan analisis meliputi identifikasi fenotipe dan penentuan kemungkinan genotipe setiap individu dalam keluarga, penyusunan diagram silsilah (pedigree), serta interpretasi pola pewarisan sifat berdasarkan prinsip dominansi dan segregasi alel. Selanjutnya, dilakukan perhitungan probabilitas pewarisan sifat pada keturunan untuk melihat kesesuaian antara data empiris dengan teori genetika yang ada. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk narasi yang sistematis dan didukung oleh diagram sederhana agar mudah dipahami.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh melalui proses wawancara mendalam, observasi langsung, serta analisis silsilah keluarga (pedigree) pada dua keluarga yang memiliki riwayat polidaktili di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan pendekatan genetika klasik untuk mengidentifikasi pola pewarisan sifat serta kemungkinan genotipe yang dimiliki oleh setiap individu dalam keluarga. Selain itu, pembahasan juga mengaitkan hasil empiris dengan teori genetika Mendel serta kemungkinan variasi ekspresi genetik yang muncul dalam populasi manusia.

Kasus Keluarga 1

Pada keluarga pertama, ditemukan bahwa individu pada generasi pertama (ayah) memiliki kondisi polidaktili, sedangkan ibu tidak menunjukkan gejala tersebut (fenotipe normal). Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa ayah juga memiliki riwayat keluarga dengan kondisi serupa pada generasi sebelumnya, yang mengindikasikan adanya pola

pewarisan genetik yang kuat. Dari hasil observasi terhadap empat orang anak, dua di antaranya menunjukkan kondisi polidaktili, sementara dua lainnya memiliki jumlah jari normal.

Diagram 1 (Keluarga 1):

Generasi I:

Ayah (Pp) ——— Ibu (pp)

Generasi II:

Anak 1 (Pp) → Polidaktili

Anak 2 (pp) → Normal

Anak 3 (Pp) → Polidaktili

Anak 4 (pp) → Normal

Berdasarkan analisis genetika, ayah kemungkinan besar memiliki genotipe heterozigot (Pp), di mana alel dominan (P) bertanggung jawab terhadap munculnya sifat polidaktili, sedangkan alel resesif (p) tidak mengekspresikan sifat tersebut. Ibu yang memiliki fenotipe normal diasumsikan bergenotipe homozigot resesif (pp). Persilangan antara genotipe Pp dan pp menghasilkan kemungkinan keturunan dengan perbandingan 1:1 antara individu yang mengalami polidaktili dan individu normal. Hasil empiris yang menunjukkan dua anak mengalami polidaktili dan dua anak lainnya normal sangat sesuai dengan rasio teoritis tersebut. Hal ini memperkuat dugaan bahwa sifat polidaktili dalam keluarga ini diwariskan secara autosomal dominan. Selain itu, tidak ditemukan adanya perbedaan signifikan antara anak laki-laki dan perempuan dalam mengekspresikan sifat ini, yang menunjukkan bahwa gen tersebut tidak terpaud pada kromosom seks (bukan sex-linked), melainkan berada pada autosom.

Kasus Keluarga 2

Pada keluarga kedua, kondisi polidaktili ditemukan pada ibu, sementara ayah memiliki fenotipe normal. Berdasarkan hasil wawancara, ibu menyatakan bahwa salah satu orang tuanya juga memiliki kondisi serupa, yang menunjukkan bahwa sifat ini telah diwariskan setidaknya dalam dua generasi. Dari tiga orang anak yang diamati, hanya satu anak yang mengalami polidaktili, sedangkan dua anak lainnya memiliki kondisi normal.

Diagram 2 (Keluarga 2):

Generasi I:

Ayah (pp) ——— Ibu (Pp)

Generasi II:

Anak 1 (pp) → Normal

Anak 2 (Pp) → Polidaktili

Anak 3 (pp) → Normal

Analisis genotipe menunjukkan bahwa ibu kemungkinan memiliki genotipe heterozigot (Pp), sedangkan ayah memiliki genotipe homozigot resesif (pp). Secara teoritis, persilangan ini menghasilkan peluang 50% bagi setiap anak untuk mewarisi sifat polidaktili. Namun, hasil yang diperoleh di lapangan menunjukkan hanya satu dari tiga anak yang mengalami polidaktili. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui konsep probabilitas dalam genetika, di mana peluang 50% tidak selalu menghasilkan distribusi yang sama persis dalam jumlah kecil. Dengan kata lain, hasil empiris tetap konsisten dengan teori, meskipun tidak identik secara numerik. Hal ini menunjukkan bahwa hukum Mendel bersifat probabilistik, bukan deterministik mutlak.

Analisis Perbandingan Antara kedua Keluarga

Jika dibandingkan antara kedua keluarga, terdapat kesamaan pola pewarisan yang sangat jelas, yaitu keduanya mengikuti pola autosomal dominan. Pada kedua kasus, individu yang memiliki satu alel dominan (heterozigot) sudah mampu mengekspresikan sifat polidaktili.

Selain itu, sifat ini muncul secara langsung pada setiap generasi tanpa adanya lompatan generasi (no skipping generation), yang merupakan ciri khas dari pewarisan dominan. Namun demikian, terdapat perbedaan dalam jumlah keturunan yang mengekspresikan sifat tersebut. Pada keluarga pertama, distribusi fenotipe sangat sesuai dengan rasio teoritis, sedangkan pada keluarga kedua terdapat variasi yang lebih kecil. Perbedaan ini menunjukkan bahwa ukuran sampel (jumlah anak) sangat mempengaruhi distribusi fenotipe yang diamati, sehingga interpretasi harus mempertimbangkan aspek probabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua keluarga memiliki pola pewarisan sifat yang serupa, yaitu autosomal dominan. Pada keluarga pertama, ayah yang mengalami polidaktili menikah dengan ibu normal dan menghasilkan empat anak, di mana dua anak mengalami polidaktili. Pola ini sesuai dengan rasio teoritis 1:1 pada persilangan heterozigot (Pp) dengan homozigot resesif (pp). Pada keluarga kedua, ibu yang mengalami polidaktili menikah dengan ayah normal dan menghasilkan tiga anak, di mana satu anak mengalami polidaktili. Meskipun tidak sesuai secara numerik dengan rasio teoritis, hasil ini tetap konsisten dengan prinsip probabilitas dalam genetika. Secara keseluruhan, tidak ditemukan perbedaan ekspresi sifat berdasarkan jenis kelamin, yang menunjukkan bahwa gen penyebab polidaktili bersifat autosomal. Selain itu, sifat ini muncul pada setiap generasi tanpa adanya lompatan generasi, yang merupakan ciri khas pewarisan dominan (Snustad & Simmons, 2016). Hasil penelitian ini sejalan dengan teori genetika klasik yang menyatakan bahwa alel dominan akan mengekspresikan fenotipe meskipun hanya terdapat satu salinan dalam genotipe (Lewis, 2019). Variasi jumlah individu yang mengalami polidaktili dalam keluarga disebabkan oleh faktor probabilitas, bukan penyimpangan dari hukum genetika. Dari aspek sosial, penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemahaman masyarakat mengenai genetika masih terbatas, sehingga diperlukan upaya edukasi untuk meningkatkan literasi sains, khususnya dalam bidang genetika manusia.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mekanisme pewarisan sifat polidaktili pada dua keluarga di di jalan B. Zein Hamid Km 6.2, Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara, secara konsisten mengikuti pola pewarisan autosomal dominan. Hal ini ditunjukkan oleh munculnya fenotipe polidaktili pada setiap generasi tanpa adanya lompatan generasi, serta tidak adanya perbedaan ekspresi sifat berdasarkan jenis kelamin. Individu yang memiliki satu alel dominan (heterozigot) telah mampu mengekspresikan sifat tersebut secara fenotipik, sehingga peluang pewarisan kepada keturunan berada pada kisaran 50% dalam setiap persilangan dengan individu normal (homozigot resesif). Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan adanya variasi jumlah keturunan yang mengalami polidaktili pada masing-masing keluarga. Variasi ini tidak menunjukkan penyimpangan dari hukum genetika, melainkan merupakan konsekuensi dari prinsip probabilitas dalam pewarisan sifat. Dengan demikian, hasil empiris yang tidak selalu sesuai secara numerik dengan rasio teoritis tetap dapat dijelaskan secara ilmiah dalam kerangka hukum Mendel. Temuan ini memperkuat pemahaman bahwa genetika tidak bersifat deterministik absolut, tetapi dipengaruhi oleh peluang acak dalam proses segregasi alel. Lebih lanjut, penelitian ini juga menegaskan bahwa konsep genetika klasik yang selama ini dipelajari secara teoritis memiliki relevansi yang kuat dalam menjelaskan fenomena biologis yang terjadi di masyarakat. Melalui pendekatan studi kasus, penelitian ini mampu memberikan gambaran yang lebih konkret dan kontekstual mengenai bagaimana sifat genetik diwariskan dalam kehidupan nyata. Selain memberikan kontribusi secara akademik, penelitian ini juga memiliki implikasi praktis, khususnya dalam meningkatkan literasi genetika masyarakat. Pemahaman yang baik mengenai mekanisme

Amzer Q, Periadi Hasibuan H, Harahap F, Edi S, Fitriani Sitompul A : Studi Kasus Mekanisme Pewarisan Sifat (Tangan Bercabang) Di Titi Kuning, Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara

pewarisan sifat diharapkan dapat membantu mengurangi kesalahpahaman atau mitos yang berkembang, serta menjadi dasar dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kesehatan genetik dan perencanaan keluarga. Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya memperkuat validitas hukum Mendel dalam konteks pewarisan sifat manusia, tetapi juga menekankan pentingnya integrasi antara teori dan praktik dalam pembelajaran genetika. Oleh karena itu, diperlukan upaya berkelanjutan untuk mengembangkan edukasi genetika yang lebih aplikatif dan mudah dipahami oleh masyarakat luas, sehingga pengetahuan ilmiah dapat memberikan manfaat nyata dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2018). *Biology* (11th ed.). Pearson Education Limited.
- Castilla, E. E., & Lugarinho, R. (2017). Polydactyly: A clinical and genetic study in South America. *American Journal of Medical Genetics*, 173(4), 1025–1032.
- Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2015). *An introduction to genetic analysis* (11th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Jorde, L. B., Carey, J. C., & Bamshad, M. J. (2020). *Medical genetics* (6th ed.). Elsevier.
- Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A., & Palladino, M. A. (2017). *Concepts of genetics* (11th ed.). Pearson Education.
- Lewis, R. (2019). *Human genetics: Concepts and applications* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Malik, S. (2018). Polydactyly: Phenotypes, genetics and classification. *Clinical Genetics*, 93(4), 689–702.
- Nussbaum, R. L., McInnes, R. R., & Willard, H. F. (2016). *Thompson & Thompson genetics in medicine* (8th ed.). Elsevier.
- Snustad, D. P., & Simmons, M. J. (2016). *Principles of genetics* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Umair, M., Ahmad, F., & Bilal, M. (2019). Clinical genetics of polydactyly: An updated review. *Frontiers in Genetics*, 10, 447.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
12 April 2025	19 April 2026	27 April 2026	Ya