

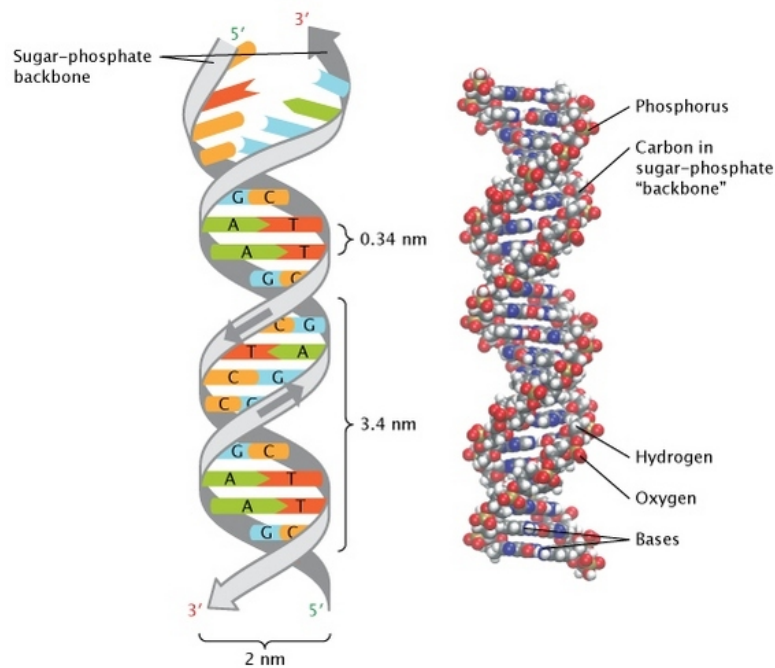
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DNA

2.1.1 Definisi DNA

Deoxyribonucleic acid (DNA) adalah polimer asam nukleat yang tersusun secara sistematis dan merupakan pembawa informasi genetik yang diturunkan kepada keturunannya. Informasi genetik disusun dalam bentuk kodon yang berupa tiga pasang basa nukelotida.^{4,5,13,14}

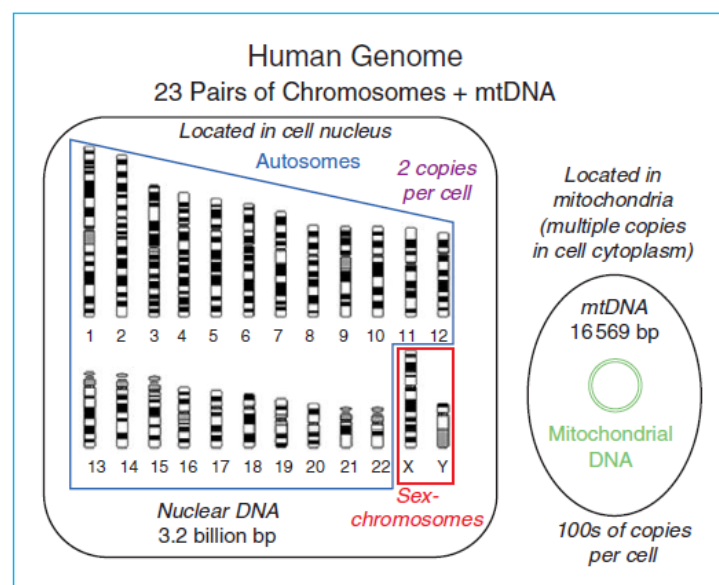


Gambar 1. Struktur dan komponen untai ganda DNA¹³

Secara struktural, DNA merupakan polimer nukleotida, di mana setiap nukleotida tersusun atas gula deoksiribosa, fosfat, dan basa. Polimer tersebut membentuk struktur dua untai heliks ganda yang disatukan oleh ikatan hidrogen

antara basa-basa yang ada. Terdapat empat basa dalam DNA, yaitu adenin (A), sitosin (C), guanin (G), dan timin (T). Adenin akan membentuk dua ikatan hidrogen dengan timin, sedangkan guanin akan membentuk tiga ikatan hidrogen dengan sitosin. Kombinasi jumlah dan susunan yang terbentuk antara ikatan-ikatan basa ini memungkinkan setiap individu memiliki cetak biru genetik yang spesifik dibandingkan organisme lain.^{4,6,13,14}

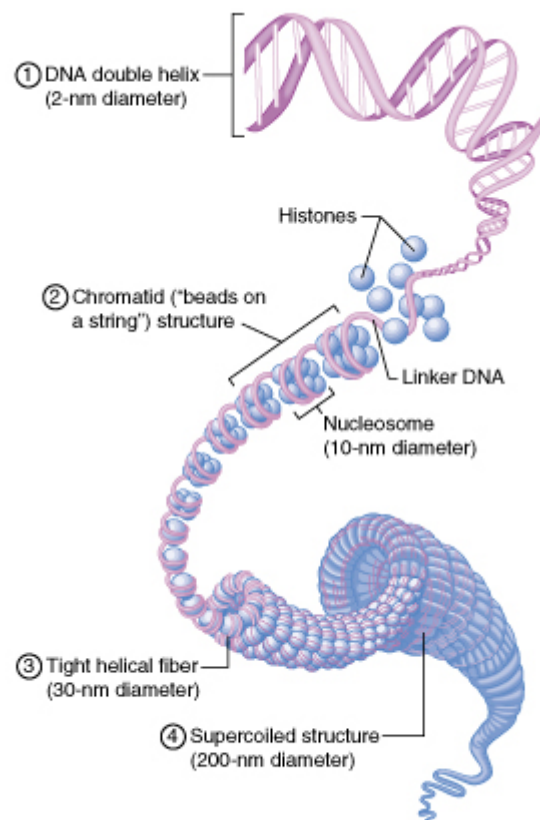
DNA pada makhluk hidup dapat ditemukan pada inti sel (nukleus), mitokondria, dan klorofil. Pada manusia, DNA ditemukan pada inti sel dan mitokondria.^{6,14} DNA pada nukleus berbentuk linear dan memiliki jumlah pasang basa sekitar tiga milyar, sedangkan DNA yang berada di mitokondria (mtDNA) berbentuk sirkuler dan memiliki jumlah pasang basa lebih sedikit yaitu sekitar 160.000. Namun, apabila terjadi mutasi pada DNA mitokondria, dapat terjadi kerusakan pada sistem yang peka terhadap kebutuhan energi seperti sistem saraf dan otot.^{4,6}



Gambar 2. DNA inti dan DNA mitokondria pada manusia⁴

Tabel 2. Perbedaan DNA inti dan DNA mitokondria^{4,15}

	DNA inti	DNA mitokondria
Ukuran genom	3 juta bp	16.569 bp
Kopi per sel	2 (masing-masing satu dari tiap induk)	Bisa lebih dari 1000
Struktur	Linier, tersusun membentuk kromosom	Sirkuler
Diturunkan dari	Ayah dan ibu	Ibu
Keunikan	Unik untuk tiap individu (kecuali kembar identik)	Tidak sepenuhnya
Tingkat mutase	Rendah	5-10 kali DNA inti



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Gambar 3. Struktur Genom nDNA¹⁶

2.1.2 Sejarah Identifikasi DNA

Sejarah identifikasi DNA dimulai setelah Wyman dan White meneliti fenomena polimorfisme DNA melalui pemotongan DNA menggunakan enzim restriksi, yang kemudian disebut *Restriction Fragment Length Polymorphisms* (RFLPs). Lima tahun kemudian, Alex Jeffreys mengemukakan hasil penelitiannya tentang minisatelit pada rangkaian DNA manusia. Jeffreys dan rekan-rekannya sedang menganalisis gen mioglobin ketika melihat fenomena suatu daerah sepanjang 33 bp yang terdiri atas urutan DNA berulang (*tandem repeat*). Daerah ini kemudian disebut minisatelit. Penelitian lebih lanjut ternyata menunjukkan adanya variasi jumlah pengulangan pada minisatelit lain dan unik untuk setiap individu. Selanjutnya, banyak penemuan lain yang menjadi milestone identifikasi DNA seperti *Variable Number of Tandem Repeats* (VNTR), teknologi *Polymerase Chain Reaction* (PCR), dll.³

Dalam bidang forensik, DNA *fingerprinting* pertama kali diaplikasikan pada tahun 1987 untuk menganalisis sampel cairan semen dari dua buah kasus pembunuhan. Kasus pertama terjadi tahun 1983 dan kasus kedua terjadi tahun 1986. Masing-masing korban dari kasus tersebut adalah seorang gadis yang ditemukan terbunuh setelah sebelumnya diperkosa. Kasus ini kemudian menjadi spektakular karena pemeriksaan DNA yang dilakukan mengeksklusi tersangka, Richard Buckladn, dan membawa nama baru ke dalam kasus, Colin Pitchfork, yang selanjutnya menjadi terdakwa. Sejak saat itu, pemanfaatan DNA pada bidang forensik menjadi sangat banyak, mengalahkan berbagai metode serologis identifikasi materi biologis sebelumnya, seperti pemeriksaan serologis.^{1,3,4}

2.1.3 Pemeriksaan Identifikasi DNA

Identifikasi DNA adalah upaya untuk membandingkan antara profil DNA barang bukti dengan pembanding sehingga dapat disimpulkan apakah profil DNA barang bukti cocok (*match*) dengan pembanding atau tidak. Pola pewarisan spesifik pada DNA inti dan DNA mitokondria menentukan teknis identifikasi DNA. Identifikasi DNA inti dapat dilakukan dari semua sel tubuh yang memiliki inti.³ Sampel yang didapatkan dari TKP harus diperlakukan sebagai barang bukti. Oleh karena itu, pengumpulan sampel harus dilakukan dengan hati-hati, disimpan dan diawetkan agar hasil pemeriksaan dapat digunakan dalam pengadilan. Pengumpulan sampel yang buruk dapat menyebabkan DNA terdegradasi atau fragmen DNA yang terlalu pendek sehingga sulit untuk dianalisis. Aspek penting lain adalah menjaga agar sampel tidak terkontaminasi. Beberapa spesimen biologis yang sering didapatkan pada TKP dan dijadikan material pemeriksaan DNA diantaranya adalah darah, tulang, ketombe, rambut, feses, kuku, sidik jari, sekret hidung dan telinga, saliva, keringat, urin, semen, dan cairan vagina. Tiap jenis spesimen biologis memiliki standar prosedur pengambilan dan pengawetan sampel tersendiri.^{3,4,17}

Identifikasi DNA sampel terdiri atas lima langkah:^{3,4,17}

1. Pemeriksaan pendahuluan terhadap sampel
2. Ekstraksi DNA
3. Amplifikasi DNA yang telah diekstrak menggunakan PCR
4. Pemisahan dan visualisasi profil DNA
5. Membandingkan dan interpretasi profil DNA

2.1.3.1 Pengambilan dan Penyimpanan Spesimen

Terdapat beberapa prinsip umum dalam melakukan pengambilan dan pengumpulan spesimen biologis dari barang bukti, di antaranya:³

1. Semua barang bukti yang diperkirakan mengandung jaringan, atau pernah mengalami kontak langsung dengan bagian tubuh orang yang hendak diidentifikasi harus dikumpulkan dan diambil menggunakan alat steril (pinset plastik *sterile disposable* atau tangan bersarung tangan).
2. Setiap barang bukti hendaknya dikemas tersendiri menggunakan amplop baru dan diberi label untuk kemudian dikirim ke laboratorium.
3. Sarung tangan yang digunakan hendaknya steril, sekali pakai dan tidak mengandung bedak.
4. Petugas menggunakan penutup rambut dan masker untuk mencegah kontaminasi.
5. Hindari kesalahan pelabelan spesimen.

Untuk sampel rambut, pengumpulan sampel yang didapatkan dari metode yang berbeda, yaitu dicabut dan disisir, sebaiknya menggunakan tempat yang terpisah.

Sebelum dibawa ke laboratorium, spesimen sebaiknya disimpan dalam keadaan kering dan dingin. Kondisi ini mengurangi kecepatan pertumbuhan bakteri dan degradasi DNA. Dalam laboratorium, sampel DNA disimpan dalam kulkas dengan suhu 4°C atau di freezer pada suhu -20°C.⁴

2.1.3.2 Pemeriksaan Pendahuluan

Pemeriksaan pendahuluan atau skrining merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk memeriksa dan memastikan sebuah sampel yang didapatkan dari TKP. Setiap jaringan memiliki karakteristik yang spesifik namun tidak unik. Contohnya, semen memiliki konsentrasi asam fosfatase yang tinggi, tapi enzim ini juga ditemukan pada sekresi tubuh lainnya, termasuk sekresi vagina. Pemeriksaan pendahuluan bermacam-macam jenisnya tergantung spesimen yang akan diperiksa. Beberapa contoh pemeriksaan pendahuluan adalah tes benzinin dan tes o-tolodin untuk spesimen yang dicurigai darah, pemeriksaan mikroskopis, pengecatan, dan tes alkali phosphatase untuk spesimen yang dicurigai semen.¹⁸

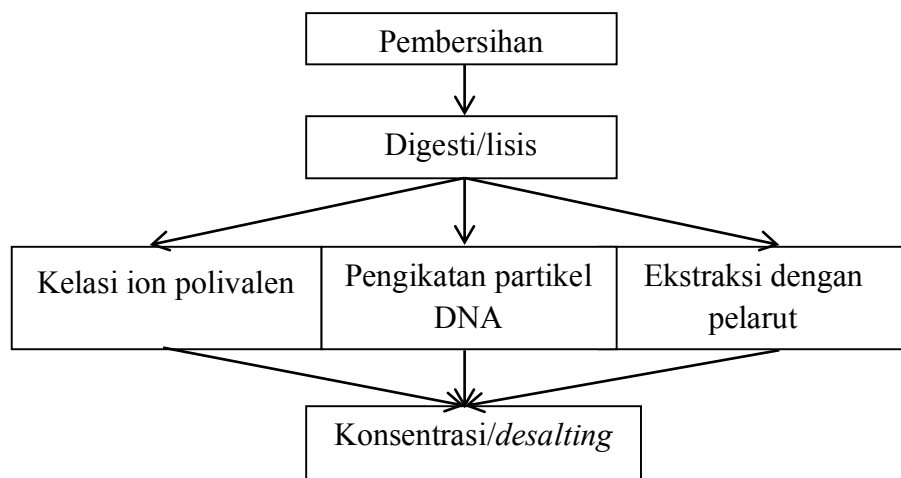
Pemeriksaan pendahuluan terhadap sampel rambut yang biasa dikerjakan berupa pemeriksaan makroskopik, mikroskopik, dan kimiawi. Pemeriksaan makroskopik mencakup panjang, warna, dan karakteristik gelombang pada rambut. Pemeriksaan mikroskopis mencakup pola dari medula rambut, pigmentasi korteks, dan tipe sisik kutikula. Pemeriksaan kimiawi digunakan untuk melihat bahan kimiawi yang diserap oleh kulit atau dicerna tubuh seperti obat-obatan, toksin arsen, dan timbal.^{17,11}

2.1.3.3 Ekstraksi DNA

Molekul DNA harus dipisahkan dari material seluler lainnya sebelum dapat diperiksa. Protein sel yang menyelubungi dan melindungi DNA dapat menghambat kemampuan menganalisis DNA. Oleh karena itu, metode untuk mengekstraksi DNA telah dikembangkan untuk memisahkan protein dan materi seluler lainnya dari

molekul DNA. Selain itu, kuantitas dan kualitas DNA sering diukur sebelum proses lanjutan lainnya untuk memastikan akan didapatkan hasil yang optimal.⁴

Ekstraksi DNA secara umum memiliki tahapan-tahapan yang meliputi isolasi dari jaringan, pelisisan dinding dan membran sel, ekstraksi dalam larutan, purifikasi serta presipitasi atau pematatan.

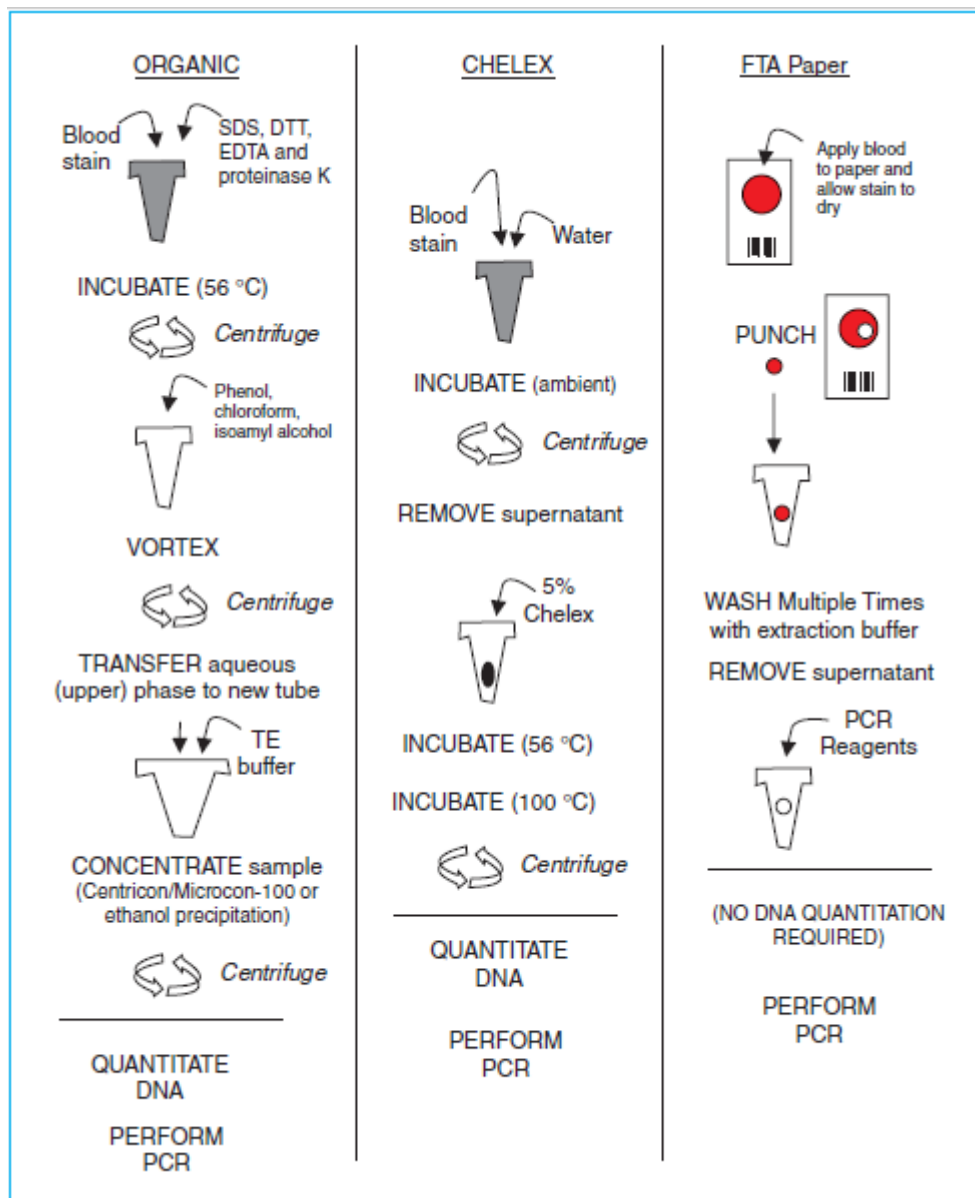


Gambar 4. Langkah-langkah Ekstraksi DNA¹⁹

Dalam prosesnya terdapat tiga larutan penting dalam isolasi DNA, yaitu larutan buffer untuk lisis, larutan buffer untuk digesti, dan protein kinase K. Proses penghancuran sel (lisis) secara kimia dilakukan dengan memanfaatkan senyawa kimia seperti EDTA (Etil Ediamin Tetra Asetat) dan SDS (Sodium Dodesil Sulfat). EDTA merusak atau menghancurkan sel dengan cara mengikat ion magnesium. Ion magnesium berfungsi dalam mempertahankan integritas sel dan meningkatkan aktivitas enzim nuklease yang merusak asam nukleat. SDS yang merupakan sejenis deterjen digunakan untuk merusak membran sel.

Kotoran (debris sel) yang ditimbulkan akibat proses penghancuran sel dapat dibersihkan dengan cara sentrifuge sehingga yang tertinggal di dasar tabung hanya molekul nukleotida (DNA, RNA, serta protein). Protein dapat dihilangkan dengan bantuan enzim proteinase, sedangkan RNA juga dibersihkan dari larutan dengan RNase sehingga DNA dapat diisolasi seutuhnya.

Terdapat tiga teknik primer yang digunakan dalam laboratorium forensik DNA untuk ekstraksi DNA, yaitu ekstraksi organik (fenol-kloroform), ekstraksi Chelex, dan kertas FTA.⁴



Gambar 5. Metode dan Proses Ekstraksi DNA⁴

- **Ekstraksi Organik**

Ekstraksi organik, juga disebut ekstraksi fenol-kloroform, telah digunakan paling lama dan dapat digunakan untuk situasi di mana RFLP dan atau PCR digunakan. DNA dengan berat molekul tinggi yang penting untuk metode RFLP

dapat diperoleh paling efektif melalui cara ini namun metode ini memakan waktu lama, melibatkan bahan kimia berbahaya dan memerlukan pemindahan bahan melalui beberapa tabung sehingga menaikkan risiko kontaminasi.⁴

- **Metode Chelex**

Metode ini dapat mengekstraksi DNA lebih cepat dari metode organik. Selain itu, ekstraksi Chelex melibatkan lebih sedikit langkah sehingga kontaminasi bisa diminimalisasi. Namun, metode ini menghasilkan DNA untai tunggal sehingga hanya berguna untuk prosedur berbasis PCR. Selain itu, tes ini juga menghilangkan inhibitor PCR sehingga dapat menjadi suatu keuntungan untuk PCR.²⁰

- **FTA *paper***

FTA *paper* adalah kertas serap berbasis selulosa. Metode ini memiliki keuntungan karena menghasilkan data konsisten dan dapat diautomatisasi.⁴

- **Ekstraksi fase-solid**

Merupakan ekstraksi di mana DNA diikat secara selektif pada sebuah substrat seperti silica dan dilepaskan pada pencucian yang memisahkan DNA dari protein dan komponen seluler lainnya. Metode yang paling banyak digunakan adalah Qiagen columns, DNA IQ, dan PrepFiler.⁴

- ***Differential extraction***

Modifikasi ekstraksi organik yang memisahkan sel epitel dan sel sperma.

Metode ini umum digunakan untuk mengisolasi DNA pria dan wanita pada barang bukti kasus-kasus perkosaan yang mengandung campuran kedua jenis DNA tersebut.⁴

Tabel 3. Jumlah DNA yang Umumnya Diekstraksi dari Spesimen Biologis⁴

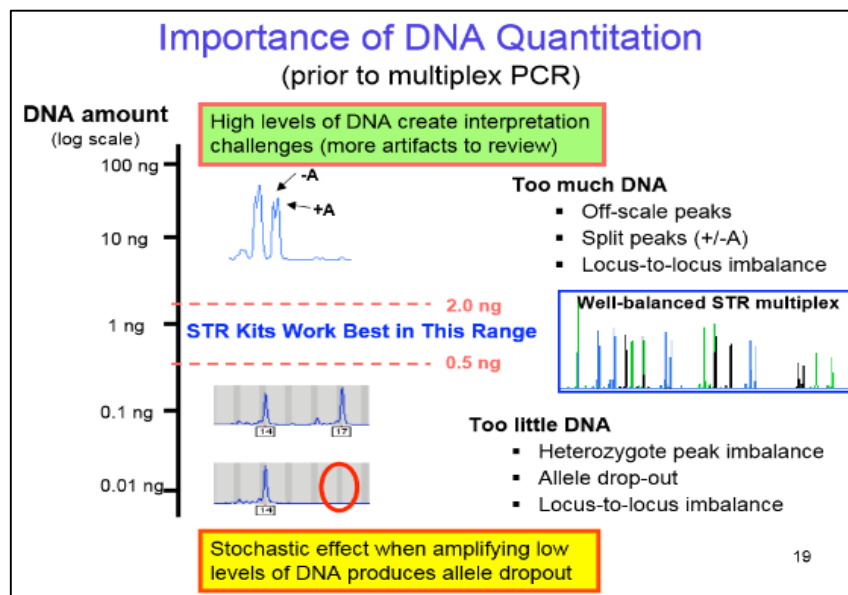
Tipe Sampel	Jumlah DNA
Darah cair	20.000 – 40.000 ng/ml
Noda darah	250 – 500 ng/cm ²
Air mani	150.000 – 300.000 ng/ml
Swab vagina <i>postcoital</i>	10 – 3000 ng/swab
Rambut dicabut (dengan akar)	1 – 750 ng/akar
Rambut rontok (dengan akar)	1 – 10 ng/akar
Air liur	1000 – 10.000 ng/ml
Swab bukal	100 – 1500 ng/swab
Urin	1 – 20 ng/ml
Tulang	3 – 10 ng/mg
Jaringan	50 – 500 ng/mg

2.1.4 Kuantifikasi DNA

Kuantifikasi DNA merupakan suatu proses untuk memastikan bahwa DNA yang didapatkan dari ekstraksi adalah benar berasal dari manusia dan bukan berasal

dari misalnya bakteri. Selain itu, kuantifikasi DNA dalam sampel juga penting dalam pemeriksaan PCR. Dalam pemeriksaan DNA tidak diharapkan jumlah DNA yang terlalu kecil atau jumlah DNA yang terlalu banyak. DNA yang terlalu banyak dapat menyebabkan kesulitan saat interpretasi dan memakan waktu yang lebih lama, sedangkan DNA yang terlalu sedikit dapat mengakibatkan hilangnya alel-alel yang diperlukan karena reaksi PCR gagal untuk mengamplifikasi DNA dengan baik. Jumlah DNA yang dikehendaki untuk pemeriksaan DNA adalah antara 0.5 ng – 2.0 ng.^{4,21}

Metode yang digunakan untuk kuantifikasi DNA biasanya berupa absorbansi pada panjang gelombang 260 nm atau menggunakan fluorescence setelah pewarnaan menggunakan ethidium bromide. Namun, kekurangan dan metode ini adalah tidak begitu sensitif dan pengukuran absorbansi tidak spesifik untuk DNA sehingga protein kontaminan atau fenol sisa ekstraksi dapat memberi perhitungan yang salah. Sekarang, telah dikembangkan beberapa metode baru seperti prosedur slot blot dan *microtiter plate assay* berbasis fluoresensi yang dapat disebut “*real-time* atau kuantitatif PCR”.^{4,21}



Gambar 6. Pentingnya Kuantifikasi DNA dalam PCR⁴

2.2 Rambut

2.2.1 Definisi rambut

Rambut merupakan salah satu adneksa kulit yang terdapat pada seluruh tubuh kecuali telapak tangan, telapak kaki, kuku, ujung zakar, permukaan dalam bibir-bibir kemaluan wanita, dan bibir. Rambut merupakan karakteristik utama dari mamalia. Rambut memiliki fungsi yang luas, yaitu termoregulasi, perlindungan fisik, aktivitas sensorik, dan interaksi sosial.^{9,22}

Terdapat empat jenis rambut pada manusia, yaitu:²³

1. Rambut primordial, muncul pada minggu ketiga gestasi, tumbuh pada bibir atas, alis, telapak tangan dan telapak kaki fetus. Pelahan-lahan rambut ini menghilang dan digantikan oleh rambut lanugo yang lebih halus di seluruh tubuh.
2. Rambut lanugo, umumnya muncul pada bulan keenam gestasi. Rambut ini bersifat halus, lembut, tidak memiliki medula, dan tidak berpigmen. Pada

akhirnya rambut ini akan digantikan oleh rambut vellus dan terminal.

Rambut lanugo sering dapat diobservasi pada fetus yang diaborsi.

3. Rambut velus, rambut halus sedikit mengandung pigmen tersebar di seluruh tubuh. Rambut velus diproduksi oleh folikel-folikel rambut yang sangat kecil yang ada di lapisan dermis, diameternya $< 0,03$ mm dan panjangnya tidak lebih dari 2 cm.
4. Rambut terminal, rambut kasar yang mengandung banyak pigmen. Terdapat di kepala, alis, bulu mata, ketiak, dan genitalia eksterna. Rambut terminal diproduksi oleh folikel-folikel rambut besar yang ada di lapisan subkutis. Secara umum diameter rambut $> 0,03$ mm.

Rambut terminal dan rambut vellus yang ditemukan pada manusia dewasa memiliki cirinya masing-masing tergantung area tubuh tempat rambut tumbuh.⁷ Area dimana rambut berasal dapat ditentukan dengan melihat morfologi luarnya dan karakteristik mikroskopisnya.²³

Tabel 4. Karakteristik Rambut pada berbagai Area Tubuh²³

Area tubuh	Ciri-ciri
Kulit kepala	Rambut kepala, panjang 100-1000 mm, diameter 25-125 μ m, akar rambut kecil, ujung meruncing, variasi diameter tidak banyak, variasi medulla banyak, pada potongan melintang biasa berbentuk bulat atau elips, sering dimanipulasi
Pubis	Rambut pubis, panjang 10-60 mm, diameter kasar, memiliki variasi diameter yang banyak, terdapat <i>buckling</i> , medula luas, umumnya memiliki <i>follicular tags</i> , asimetris pada potongan melintang

Vulva	Rambut pubis sekunder, lebih halus dan lebih pendek dari rambut pubis, dapat terjadi abrasi
Dada	Rambut dada, variasi diameter sedang, ujungnya halus dan panjang berbentuk melengkung, biasanya lebih panjang dari rambut pubis
Janggut	Rambut wajah, sangat kasar, panjang 50-300 mm, struktur akar besar dan irregular, pada potongan melintang terlihat berbentuk segitiga, medulasi kompleks, tumbuh sekitar 0,40 mm/hari
Ketiak	Rambut ketiak, panjang 10-50 mm, bertumbuh 0.30 mm/hari, kasar, ujung tumpul, biasanya lebih lurus daripada rambut pubis, terdapat banyak fusi kortikal
Alis	Rambut supersiliar, panjang 1 cm, bertumbuh 0.16 mm/hari, melengkung, relatif kasar
Bulu mata	Rambut siliar, panjang kurang dari 1 cm, morfologi rambut pendek sedikit melengkung
Tungkai	Rambut pada lengan dan kaki, 3-6 mm panjangnya, ujung halus dengan medulla ireguler, seringkali sedikit berpigmen namun tidak jelas
Telinga	Terdapat pada tragus dan pinnae, halus seperti bulu
Pantat	Rambut anus, pendek tumpul
Hidung	Mirip dengan rambut pada janggut

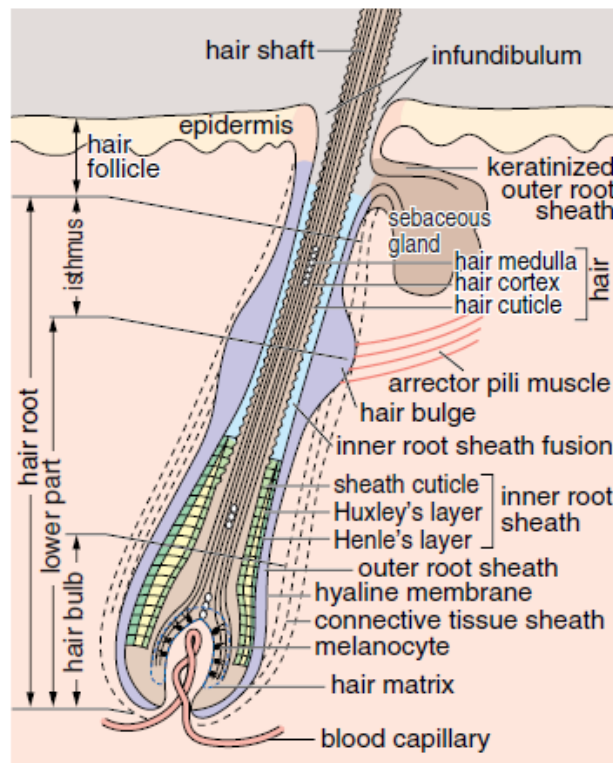
2.2.2 Struktur Rambut

Rambut terdiri dari dua bagian, yaitu akar rambut dan batang rambut. Batang rambut terdiri dari tiga lapisan. Lapisan yang paling dalam adalah medula, bagian tengah adalah korteks dan bagian luar adalah kutikula. Bagian medula tersusun dari sel polihedral berjajar berisi keratohialin, butiran lemak, dan udara. Bagian korteks membentuk bagian utama pada batang rambut, terdiri dari susunan tonofilamen yang sejajar dengan aksis korteks. Pada korteks terlihat keratinisasi, namun tidak seperti keratin pada sel sepiel, keratin ini kaya akan sistin, glisin, dan tirosin. Keratin jenis ini disebut keratin keras, juga ditemukan pada kuku. Bagian

kutikula berisi lapisan tunggal sel tipis datar yang sebagian besar terkeratinisasi tersusun seperti sisik. Kutikula berfungsi sebagai pelindung terhadap kekeringan dan penetrasi benda asing.^{9,22,24-26}

Akar rambut merupakan bagian yang berada di bawah permukaan kulit hingga ke lapisan subkutan. Akar rambut juga tersusun atas tiga lapisan, yaitu medula, korteks, dan kutikula. Akar rambut dibungkus oleh suatu kantung dengan dua lapisan yang disebut folikel rambut. Lapisan dalamnya merupakan epitel, yaitu *inner* dan *outer root sheath*, sedangkan lapisan luarnya merupakan komponen jaringan ikat (*connective tissue sheath/CTS*). Folikel rambut membuka pada kulit membentuk terowongan, yaitu *infundibulum*. Dasar folikel rambut sedikit menggelembung, berbentuk seperti bawang dan disebut *hair bulb*. Bagian dasar *bulb* terdapat lekukan ke dalam *bulb*, yaitu papila dermal. Bagian atas papilla dermal dikelilingi oleh lapisan matriks rambut (*hair matrix layer*) yang pembelahannya cepat. Pada lapisan matriks rambut inilah rambut dan *inner root sheath* tumbuh. Pada *hair bulb* terdapat pula *outer root sheath* dan melanosit.^{9,22,24-26}

Rambut tidak hanya berdiri sendiri namun terdapat juga m. *erector pili* dan kelenjar sebacea. M. *erector pili* merupakan otot polos yang disarafi oleh saraf simpatis yang akan berkontraksi bila terdapat rangsang emosi atau dingin. Kontraksi muskulus ini menyebabkan rambut dapat berdiri tegak. Kelenjar sebacea berfungsi untuk mensekresikan sebum ke folikel rambut dan permukaan kulit.^{9,22,24-}



Gambar 7. Struktur Rambut²²

2.2.3 Fase Pertumbuhan Rambut

Terdapat tiga fase dalam siklus pertumbuhan rambut, yaitu:

1. Fase anagen

Fase ini merupakan fase pertumbuhan aktif dimana sel-sel matriks melalui aktivitas mitosis membentuk sel-sel baru mendorong sel-sel tanduk yang lebih tua ke atas. Kurang lebih 80-90% dari keseluruhan rambut pada kulit kepala akan ditemukan dalam fase ini. Fase anagen berlangsung 2-6 tahun.^{7,9,22}

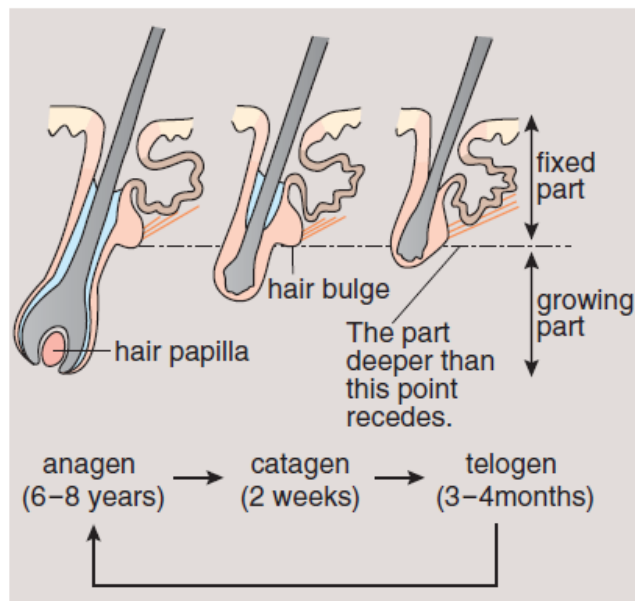
2. Fase katagen

Fase ini merupakan fase peralihan. Didahului oleh penebalan jaringan ikat di sekitar folikel rambut dan disusul oleh penebalan dan mengeringnya selaput

hialin. Papil rambut lalu mengelusut dan tidak lagi berlangsung mitosis dalam matriks rambut. Bagian tengah akar rambut menyempit dan bagian dibawahnya melebar dan mengalami pertandukan sehingga terbentuk gada (*club*). Fase katagen berlangsung 2-3 minggu. Dibandingkan dengan keseluruhan rambut dalam suatu kepala, terdapat 1-2% rambut yang berada dalam fase ini.^{7,9,22}

3. Fase telogen

Merupakan masa istirahat yang dimulai dengan memendeknya sel epitel mulai dari bawah ke atas sampai hanya tersisa suatu puting epitel kecil, yaitu benih sekunder, dan berbentuk tunas kecil yang membuat rambut baru sehingga rambut gada akan terdorong keluar dan rontok. Fase telogen berlangsung sekitar 3 bulan dengan 10-18% dari keseluruhan rambut kepala berada dalam fase ini.⁷ Setelah rambut mencapai fase telogen, folikel mencapai tingkat matur dan stabil. Selama fase telogen, rambut melekat dalam folikel hanya dari akarnya yang berbentuk tongkat/pentungan (*club-shaped*). Sel germ di bawah akar berbentuk gada akan menjadi rambut baru dalam fase anagen. Pada fase telogen ini, pemberian gaya yang sedikit saja seperti menyisir sudah dapat melepaskan rambut dari folikel yang dorman.^{7,9,22}

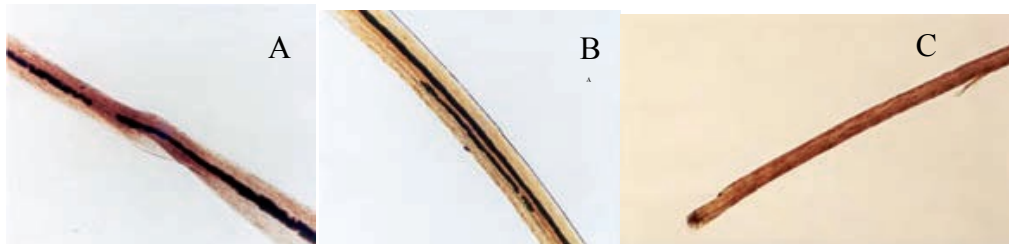


Gambar 8. Fase Pertumbuhan Rambut²²

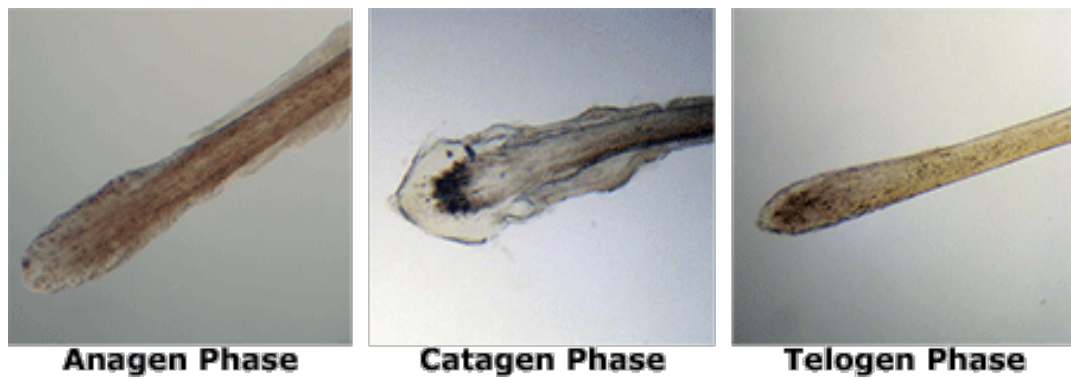
2.2.4 Pemeriksaan Mikroskopis Rambut

Pemeriksaan mikroskopis merupakan salah satu pemeriksaan pendahuluan spesimen rambut. Informasi yang dapat diperoleh dari pemeriksaan mikroskopis rambut diantaranya adalah warna, pigmentasi pada rambut (ukuran, agregasi, kepadatan, dan distribusi), struktur batang rambut, struktur medula, kutikula (ketebalan, warna, dan kejernihan), korteks, dan akar (ada/tidaknya akar dan fase pertumbuhan rambut).¹¹

Karakteristik fisik rambut juga dapat menunjukkan darimana rambut tersebut berasal karena tiap area tubuh memiliki ciri khas masing-masing. Gambar 9 memperlihatkan kegunaan pemeriksaan mikroskopis dalam menunjukkan area tubuh tempat rambut berasal.¹⁷ Gambar 10 memperlihatkan gambaran akar rambut pada berbagai fase pertumbuhan melalui pemeriksaan mikroskop cahaya.²⁷

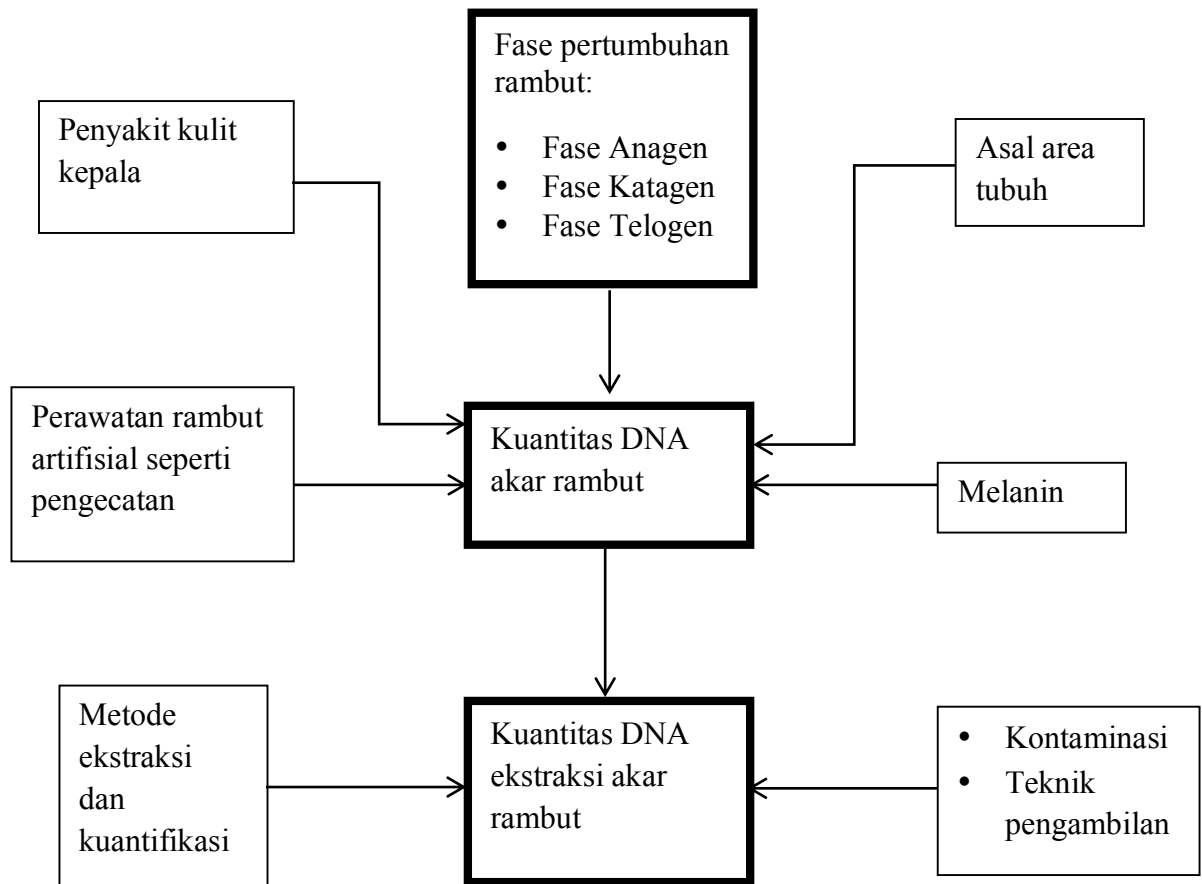


Gambar 9. a. Rambut Pubis Memperlihatkan *Buckling* b. Rambut pada Janggut Memiliki Dua Medula. c. Rambut pada Lengan atau Kaki yang Memiliki Ujung Tumpul dan Tidak Rata¹⁷



Gambar 10. Gambaran Akar Rambut pada Berbagai Fase Pertumbuhan melalui Mikroskop Cahaya²⁷

2.3 Kerangka teori



Gambar 11. Kerangka Teori

Pada penelitian akan dilakukan pengontrolan terhadap beberapa variabel sehingga tidak semua variabel yang terdapat pada kerangka teori akan diteliti pada penelitian ini. Oleh karena itu, akan dilakukan elaborasi pada variabel sebagai berikut:

1. Penyakit kulit kepala

Pada penelitian ini, akan dipilih subjek penelitian yang tidak memiliki riwayat penyakit rambut dan penyakit kulit kepala.

2. Perawatan rambut artifisial

Pada penelitian ini, akan dipilih subjek penelitian yang tidak pernah menggunakan perawatan rambut artifisial seperti pengecatan dan pelurusan (*bonding* dan *smoothing*)

3. Asal area tubuh

Dalam penelitian ini akan diambil jenis rambut terminal yang berasal dari daerah kepala.

4. Melanin

Terdapat dua jenis melanin, yaitu eumelanin yang membuat warna coklat-hitam dan pheomelanin yang membuat warna merah dan kuning. Melanin ini dapat menjadi penghambat dalam proses ekstraksi DNA. Untuk menyamakan sampel, dipilih subjek penelitian yang memiliki rambut berwarna hitam atau coklat.

5. Teknik pengumpulan sampel

Untuk menghilangkan perbedaan cara pengambilan, pengambilan sampel akan dilakukan oleh peneliti sendiri pada semua subjek dengan menggunakan teknik yang sama.

6. Metode ekstraksi dan kuantifikasi DNA

Pada penelitian ini akan digunakan metode yang sama pada semua spesimen untuk metode ekstraksi dan kuantifikasi DNA, yaitu metode Chelex dan teknik nanodrop spektrofotometer untuk kuantifikasi DNA.

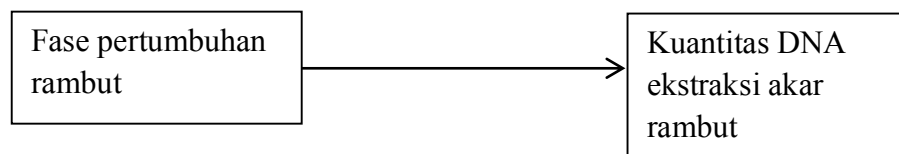
2.4 Kerangka konsep

Variabel-variabel terpilih yang akan diteliti yaitu:

- Variabel bebas : fase pertumbuhan rambut
- Variabel terikat: kuantitas DNA hasil ekstraksi akar rambut

Variabel lain tidak diteliti karena (1) tidak relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian sehingga variabel-variabel tersebut dikontrol dengan cara restriksi melalui kriteria inklusi dan eksklusi, prosedur penelitian yang sama, dan randomisasi atau (2) adanya keterbatasan sumber daya penelitian.

Oleh sebab itu, kerangka konsep dalam penelitian ini dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 11. Kerangka Konsep

2.5 Hipotesis

2.5.1 Mayor

Perbedaan kuantitas DNA yang diekstrak dari akar rambut dengan fase pertumbuhan anagen berbeda bermakna dari hasil ekstraksi akar rambut katagen dan telogen.

2.5.2 Minor

1. Kuantitas DNA yang diekstrak dari akar rambut pada fase pertumbuhan anagen lebih tinggi dibandingkan ekstrak akar pada fase katagen dan telogen.

2. Kuantitas DNA yang diekstrak dari akar rambut pada fase pertumbuhan katagen lebih tinggi dibandingkan ekstrak akar pada fase telogen.
3. Kuantitas DNA yang diekstrak dari akar rambut pada fase pertumbuhan telogen merupakan kuantitas paling rendah dibandingkan fase anagen dan katagen.