

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Permasalahan

Toraja adalah suku bangsa yang wilayah adatnya berada di Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan pendapat para ahli, nama Toraja berasal dari julukan yang diberikan oleh suku Bugis Luwu yang merupakan tetangga suku Toraja. Kata Toraja diambil dari kata *ri-aja* yang berarti “dari atas” atau “dari darat”. Julukan tersebut diberikan oleh orang Bugis Luwu kepada orang yang tinggal di atas atau di pegunungan (Melalatoa, 1995:878).

Orang Toraja memiliki keyakinan bahwa nenek moyang mereka berasal dari langit. Hal ini menjadi folklor yang berupa cerita rakyat di kalangan masyarakat Toraja dan diceritakan secara turun-temurun dari mulut ke mulut. Folklor tersebut menceritakan tentang bagaimana silsilah nenek moyang orang Toraja yang datang dari langit menuju bumi, serta mengenai bagaimana kepercayaan *Aluk Todolo* diberikan kepada orang Toraja sebagai pandangan hidup mereka (Said, 2004:21-25). Selain itu, mengacu pada sejarah keberadaan suku Toraja tersebut, masih banyak pendapat yang berbeda mengenai asal-usul kedatangan mereka. Ada yang mengatakan bahwa orang Toraja berasal dari Teluk Tonkin di daerah Vietnam Utara dan Cina Selatan yang bermigrasi ke Sulawesi Selatan kemudian karena hal tertentu, mereka menyingkir ke daerah tengah Pulau Sulawesi yang menjadi wilayah adat Toraja (Faad, *dkk.*, 2013:3).

Seorang peneliti berkebangsaan Belanda yang tertarik meneliti kebudayaan Toraja, Albert C. Kruyt (1923) menyatakan bahwa nenek moyang orang Toraja merupakan bagian dari populasi pertama dan tertua yang datang dalam gelombang pertama di Nusantara. Orang-orang ini datang dari arah utara dan menempati daerah Toraja karena tidak dapat berlayar lagi. Hal ini menjelaskan tentang sebutan desa atau kampung di Toraja dengan kata *lembang* yang ternyata juga memiliki arti “perahu”. Selain itu, bentuk atap rumah tradisional Toraja yang diyakini oleh sebagian besar masyarakat Toraja berbentuk seperti perahu dan selalu menghadap ke arah utara (Kruyt, 1923 dalam Ihromi, 1981:24; Melalatoa, 1995:879).

Bentuk “perahu” tersebut selanjutnya dikaitkan dengan kepercayaan orang Toraja berdasarkan ajaran nenek moyang yaitu *Aluk Todolo* yang menempatkan arwah leluhur sebagai hal yang harus dihormati dan dikhususkan sehingga penggambaran bentuk perahu dalam rumah-rumah tradisional di Toraja diduga sebagai bentuk usaha mereka untuk menggambarkan asal-usul dan budaya dari leluhur mereka. Hal tersebut mendukung pendapat beberapa penulis yang menyatakan bahwa kawasan migrasi Austronesia menunjukkan adanya pengaruh bentuk “perahu” pada bagian atap rumah tradisional (Lewcock dan Brans dalam Oliver (ed.), 1975:107-109; Waterson, 1990:22). Dalam hal ini, bentuk “perahu” yang dikaitkan dengan kedatangan nenek moyang Toraja disimbolkan juga dalam bentuk peti mati tua yaitu *erong*. Bentuk “perahu” pada *erong* ini dikaitkan dengan pengaruh kebudayaan Dong Son yang dalam teori migrasi Heine-

Geldern merupakan bagian dari migrasi kebudayaan Megalitik Baru yang menyebar di Nusantara dan memperkenalkan budaya “peti mati” yang didekorasi dengan ornamen-ornamen berbentuk kurva dan spiral (Heine-Geldern dalam Said, 2004:16, 163; Waterson, 1990:17-18).

Adanya migrasi dari utara yang masuk melalui daerah Sulawesi bagian utara juga dibuktikan dengan adanya bentuk-bentuk kebudayaan megalit yang ada di Toraja seperti kuburan batu (*kalamba*), patung batu, lesung batu, menhir, dan dolmen. Kata “utara” dalam penjelasan ini mengarah pada jalur migrasi yang melalui arah utara Pulau Sulawesi yaitu yang datang dari arah Laut Cina Selatan masuk melalui daerah Sulawesi bagian utara. Pendapat lain juga menyatakan ada gelombang kedua yang datang dari selatan melalui sungai Sa’dan. Migrasi dari selatan ini kemudian membawa kepandaian membuat tembikar, religi, pengetahuan tentang pertanian, dan stratifikasi sosial (Melalatoa, 1995:879).

Masyarakat Toraja awal mulanya mengembangkan budaya di daerah yang terisolir karena keadaan geografisnya yang tertutup oleh daerah pegunungan yang tingginya berkisar 1500 – 2000 meter di atas permukaan laut. Keadaan geografis yang seperti itu membuat masyarakatnya harus beradaptasi dengan membuat perumahan di kaki-kaki bukit yang sukar dicapai. Bangsa Belanda yang meluaskan daerah jajahannya hingga ke Pulau Sulawesi di abad ke-17 juga tidak menghiraukan daerah di mana orang-orang Toraja tinggal karena sulitnya akses menuju ke daerah tersebut (Faad, dkk., 2013:3; Hamid, 2004:148; Ihromi, 1981:25; Melalatoa, 1995:379).

Perjanjian penyerahan daerah kekuasaan Kerajaan Luwu oleh Datu' Luwu kepada Belanda pada tahun 1888 menjadi titik balik perubahan masyarakat dan budaya Toraja. Hal tersebut terjadi karena diakuinya wilayah adat Toraja oleh Kerajaan Luwu sebagai bagian dari daerah kekuasaannya. Akibatnya, pada tahun 1906, Belanda memasuki wilayah adat suku bangsa Toraja dan memulai penjajahannya di daerah tersebut hingga pada wilayah tersebut menjadi salah satu wilayah administrasi kolonial Belanda yang dinamakan *Onderafdeling* Kerajaan Luwu (Hamid, 2004:148-149; Ihromi, 1981:25-26; Faad, dkk., 2013:3).

Penjajahan Belanda di wilayah adat Toraja membawa perubahan besar pada masyarakat dan budaya yang dianut masyarakat Toraja. Perubahan tersebut diawali pada tahun 1920 dengan penyebaran agama Kristen oleh misionaris-misionaris Belanda. Agama Kristen ini selanjutnya berkembang luas dan menjadi agama mayoritas bagi masyarakat Toraja menggantikan agama suku yaitu Aluk Todolo. Perubahan pada sistem religi masyarakat mengakibatkan perubahan pada sistem lainnya seperti pemilihan jodoh di masyarakat (Buijs, 2006:6; Ihromi, 1981:43; Melalatoa, 1995:883).

Perubahan lainnya yang juga dipengaruhi oleh penjajahan Belanda pembangunan jalan dan sarana transportasi. Pembangunan jalan yang menghubungkan wilayah adat Toraja dengan wilayah lain di Pulau Sulawesi menyebabkan terbukanya daerah suku bangsa Toraja dari keterasingan dengan dunia luar. Perubahan dalam sistem teknologi transportasi ini memunculkan suatu adat baru yaitu adat merantau atau oleh masyarakat Toraja disebut *male*

ma'bale. Adat inilah yang kemudian mendorong masyarakat Toraja terutama generasi muda untuk mengadu nasib dan memperbaiki hidup dengan merantau ke luar wilayah adat Toraja (Melalatoa, 1995:881).

Terbukanya wilayah Toraja yang awalnya terisolasi memunculkan adanya pemikiran bahwa populasi di Toraja telah mengalami perubahan secara genetik. Perubahan ini diperkirakan sebagai akibat semakin mudahnya orang dari luar Toraja maupun orang Toraja itu sendiri keluar dan masuk wilayah Tana Toraja. Keluar masuknya suatu populasi pendatang ke wilayah populasi asal akan mengakibatkan tingginya kemungkinan pencampuran gen di wilayah tersebut. Perpindahan tersebut disebut sebagai migrasi gen (Olson, 2004:186).

Adanya pemisah suatu populasi dengan populasi lain menyebabkan kecilnya kemungkinan terjadi perubahan gen pada populasi tersebut. Pemisah tersebut biasanya berupa lingkungan fisik atau letak geografis seperti samudera atau pegunungan yang menyebabkan suatu populasi tidak dapat keluar dari wilayahnya (Suryo, 2011:376). Begitu pula yang terjadi di wilayah Toraja pada masa lalu, di mana wilayah ini terasing dari populasi lain oleh karena lingkungan alam yang mengelilinginya berupa pegunungan sehingga mengakibatkan kemungkinan penukaran gen di masyarakat Toraja lebih rendah. Hal ini membuat *gene pool* orang Toraja tidak mengalami perubahan yang berarti secara genetik, sebab tidak ada gen baru yang masuk atau gen lama yang keluar dari wilayah tersebut.

Sejak wilayah Toraja dibuka dan dimasuki oleh penjajah Belanda sehingga membuat pembangunan sarana perhubungan semakin maju, daerah ini tidak lagi terisolir. Banyak orang dari luar Toraja mulai berdatangan dan hidup berdampingan dengan orang Toraja. Selain itu, munculnya adat merantau di kalangan orang Toraja menyebabkan banyak dari mereka yang keluar dari Toraja dan pergi ke luar Toraja dalam waktu yang lama. Orang-orang Toraja yang merantau ini pun tidak jarang melakukan perkawinan campur dengan penduduk di tempat mereka merantau. Setelah lama berada di luar daerah, sebagian dari mereka ada yang memilih kembali ke Toraja dan tinggal bersama keluarga yang masih tersisa di Toraja untuk menjaga tanah warisan keluarga.

Berdasarkan sejarah wilayah Toraja tersebut maka dapat dikatakan *gene pool* suku Toraja tentu mendapatkan sumbangan gen baru dari hasil migrasi tersebut atau mungkin menyebabkan gen sebelumnya menghilang dan berganti gen baru. Perubahan genetik ini tentu saja akan mempengaruhi keadaan masyarakat Toraja. (Koesbardiati, 2008:64).

Hal-hal tersebutlah yang kemudian menjadi sangat menarik untuk diteliti. Perubahan lingkungan yang diakibatkan oleh terbukanya isolat berupa pengunungan Latimojong dan Quarles oleh adanya penjajahan bangsa Belanda menyebabkan kemungkinan terjadi perubahan genetik pada populasi Toraja. Selain itu, munculnya adat *male ma' bale* yang merupakan adat merantau yang baru bagi orang Toraja membuat semakin banyak orang Toraja yang melakukan migrasi ke luar Toraja. Adanya migrasi ini tentunya juga berperan dalam perubahan genetik yang terjadi di wilayah Toraja. Perubahan genetik

yang terjadi akan mengakibatkan munculnya sifat-sifat baru pada populasi Toraja.

Penelitian mengenai sejarah genetik populasi ini mulai banyak dilakukan untuk melihat sejauh mana faktor-faktor seperti migrasi mempengaruhi genetik suatu populasi di suatu tempat. Sebagian besar penelitian seperti ini memanfaatkan analisis DNA yang memang merupakan suatu molekul yang membawa informasi genetik yang berguna bagi penentuan sifat pada keturunan selanjutnya (Syukriani, 2012:2).

Dalam beberapa tahun terakhir penelitian mengenai DNA populasi semakin banyak dilakukan. Penelitian dengan DNA kini telah semakin maju dengan digunakannya DNA mitokondria sebagai alat identifikasi individu. *Mitochondrial DNA* (mtDNA) merupakan rantai DNA yang berbentuk sirkuler dan berada pada bagian sel yang disebut mitokondria. DNA mitokondria cukup baik jika digunakan untuk melihat aspek kekerabatan di dalam suatu populasi. Sebab mtDNA menunjukkan sifat khas dan unik yang membedakan antara satu individu dengan individu yang lain. Variasi yang tinggi juga ditemukan pada urutan molekul mtDNA. Selain itu laju mutasi mtDNA yang lebih tinggi dari nDNA (*nuclear DNA*) atau DNA inti dapat membantu penelitian tentang perubahan genetik populasi. Di mana perubahan genetik yang terjadi dihubungkan dapat dihubungkan dengan lingkungan geografis (Asnar, 2005:5; Ayuningsih, 2013:2-3; Novarizka, 2013:2; Syukriani, 2012:72).

Penelitian Candramila (2000) mengenai variasi genetik Betawi dengan menggunakan analisis mtDNA menghasilkan kesimpulan adanya pengaruh migrasi dari populasi luar yang menyebabkan munculnya gen baru pada populasi Betawi masa kini. Hal tersebut dibuktikan dengan ditemukannya 2 haplotipe yang berasal dari luar populasi Betawi. Penemuan 2 haplotipe yang berbeda ini diindikasikan masih berasal dari etnis Indonesia.

Selanjutnya, Novarizka (2013) juga mencoba membuat *database* variasi genetik pada masyarakat Kecamatan Manyar, Gresik dengan menggunakan analisis mtDNA pada daerah *hypervariable segment I* (HVS I) *D-loop*. Sampel yang digunakan adalah ekstraksi mtDNA pada akar rambut individu. Di mana hasil yang diperoleh adalah terjadinya mutasi mtDNA pada individu-individu di Kecamatan Manyar, Gresik. Penelitian yang sama dilakukan juga oleh Nurdiana (2013) yang melihat adanya varian mtDNA pada masyarakat di Kecamatan Gedangan, Sidoarjo. Di mana diperoleh mutasi pada bagian HVS I *D-loop mtDNA* yang diteliti.

Black, dkk. (2006) juga meneliti mengenai genetik populasi beberapa etnis di Republik Rakyat Cina (RRC) dengan menggunakan autosom, kromosom Y, dan mtDNA. Di mana hasil yang diperoleh menunjukkan adanya pencampuran genetik di antara etnis-etnis tersebut. Hal ini membuat sejarah genetik populasi Cina diperkirakan telah mendapat banyak pengaruh dari populasi luar. Pengaruh ini datang dari kegiatan perdagangan melalui jalan sutra dan juga migrasi dari masa prasejarah yang masuk ke daratan Cina.

Meinila, dkk. (2001) juga mendapatkan adanya pencampuran genetik pada populasi Saami yang berada di bagian tengah Finlandia dan populasi Finns yang berada di bagian utara Finlandia. Pencampuran ini terbukti dengan ditemukannya *haplogroup Z* pada kedua populasi dengan frekuensi berbeda. Penemuan ini mengindikasikan adanya pencampuran genetik pada kedua populasi.

Kalaydjieva, dkk. (2001) juga meneliti mengenai migrasi yang terjadi pada populasi Vlax Roma. Di mana *haplogroup* yang ditemukan pada mtDNA populasi Vlax Roma identik dengan *haplogroup* populasi-populasi lain di Eropa dan di Asia Barat. Hal ini mengindikasikan adanya pertukaran gen pada populasi-populasi di Eropa dan Asia Barat dengan populasi Vlax Roma sejak masa lalu.

Tamang, dkk. (2012) pun memberikan bukti adanya migrasi yang dilakukan populasi India pada masa lalu ke daerah utara dan barat Eurasia. Di mana di tempat-tempat tersebut ditemukan *haplogroup* yang identik dengan *haplogroup* populasi di India..

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, peneliti tertarik untuk melihat bagaimana variasi genetik yang muncul pada populasi di Toraja. Dalam hal ini, peneliti ingin mendeskripsikan varian genetik populasi Toraja berdasarkan analisis menggunakan DNA mitokondria atau *mitochondrial DNA*.

I.2 Perumusan Masalah

Perubahan lingkungan geografis Tana Toraja menyebabkan adanya perubahan populasi yang terjadi akibat perubahan lingkungan. Tana Toraja mulai dimasuki oleh bangsa Belanda sejak tahun 1906 dan populasi Toraja mulai mengembangkan budaya baru yang disesuaikan dengan kemajuan transportasi yang dibangun Belanda di wilayah Tana Toraja. Budaya baru yang disebut adat *male ma'bale* merupakan adat merantau yang mendorong terjadinya migrasi ke luar Toraja. Akibatnya populasi Toraja mengalami perubahan dengan keluar-masuknya populasi lain yang dibawa oleh orang Toraja yang merantau maupun yang datang karena keinginan sendiri ke wilayah Toraja. Populasi ini berkembang hingga sekarang dan hidupnya saling berdampingan, bahkan bercampur dengan populasi lain dari luar Toraja (Melalatoa, 1995:881; Olson, 2004:186).

Populasi Toraja tentunya memiliki variasi DNA yang diturunkan dari generasi ke generasi oleh nenek moyang orang Toraja. Perkawinan endogami kerabat yang menjadi perkawinan ideal pada masa tersebut mengakibatkan variasi DNA yang diwariskan bersifat identik dari generasi ke generasi dan perubahan genetik yang terjadi pun berlangsung lebih lambat. Meskipun begitu, laju mutasi mtDNA lebih cepat dibandingkan nDNA sehingga kemungkinan terjadinya perubahan variasi mtDNA dari generasi ke generasi sangat tinggi. Perlu diingat bahwa mtDNA hanya diwariskan oleh ibu kepada semua anaknya (*maternal inheritance*). Akibatnya, jika dalam generasi tertentu pada silsilah salah satu keluarga asli orang Toraja seorang perempuan

mengalami mutasi pada mtDNA-nya, maka perempuan ini menjadi haplotipe baru dalam silsilah keluarganya. Apabila perempuan tersebut memiliki banyak keturunan sehingga haplotipe baru miliknya diwariskan kepada semua keturunannya dan pewarisan tersebut diteruskan ke generasi berikutnya, maka jumlah haplotipe baru yang diwariskan tersebut menghasilkan frekuensi yang tinggi dalam populasi orang Toraja. Dalam hal ini, mereka yang memiliki haplotipe yang identik dengan haplotipe perempuan tersebut merupakan satu kerabat berdasarkan mtDNA. Sekumpulan individu dalam populasi yang memiliki haplotipe yang sama membentuk varian mtDNA populasi yang disebut *haplogroup* (Syukriani, 2012:76).

Variasi haplotipe inilah yang kemudian menarik untuk dideskripsikan dengan mengacu pada rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana variasi haplotipe yang terdapat pada populasi Toraja di Ke'te' Kesu'?
2. Bagaimana keterkaitan antara variasi haplotipe populasi Toraja di Ke'te' Kesu' dengan sistem kekerabatan di Toraja?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan variasi haplotipe populasi Toraja di Ke'te' Kesu' berdasarkan analisis pada *Hypervariable segment II* (HVS II) *Displacement-loop* (D-loop) mtDNA.

2. Menjelaskan keterkaitan antara variasi genetik yang muncul pada hasil analisis *Hypervariable segment II* (HVS II) *Displacement-loop* (D-loop) mtDNA dengan sistem kekerabatan pada masyarakat Toraja.

I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini mempunyai manfaat sebagai berikut.

1. Bagi peneliti adalah untuk mendapatkan informasi mengenai variasi haplotipe pada populasi Toraja di Ke'te' Kesu' yang dikaitkan dengan faktor sistem kekerabatan yang berlaku di Toraja.
2. Bagi masyarakat di tempat penelitian adalah untuk memberikan informasi mengenai variasi haplotipe pada populasi Toraja di Ke'te' Kesu' dengan menganalisis sistem kekerabatan yang berlaku di Toraja

I.5 Kerangka Teori

I. 5.1 Persebaran

Persebaran manusia ke seluruh belahan dunia terjadi sejak zaman prasejarah memberikan warna pada keanekaragaman biologis manusia pada masa kini. Pada masa awal kehidupannya, populasi manusia purba hidup dalam wilayah yang terisolasi sehingga membentuk *gene pool* khas populasi mereka. Hidup terisolasi seperti ini memang menjadi ideal pada masa Pleistosen. Hal ini didukung oleh adanya pembagian kawasan bagi umat manusia di mana mereka hidup saling terisolasi satu sama lain. Keadaan terisolir ini kemudian mulai terbuka pada akhir masa Pleistosen sehingga memungkinkan terjadinya migrasi (Glinka, 2008:165-166).

Pada masa selanjutnya, persebaran umat manusia dilakukan dengan cara migrasi. Migrasi berlanjut hingga manusia modern yaitu *Homo sapiens*. Para pendukung teori Out of Africa merekonstruksi ulang arah persebaran manusia modern. Rekonstruksi arah persebaran manusia tersebut didasarkan pada data kranimetris dan arkeologis dari temuan-temuan fosil manusia modern. Hasil rekonstruksi menunjukkan persebaran manusia modern dilakukan dengan cara migrasi melalui dua rute yaitu rute selatan dan rute utara pada masa Paleolitik Tengah dan Paleolitik Atas. Teori tentang persebaran ini kemudian dikenal sebagai *multidispersal* (Lahr dan Foley, 1994 dalam Koesbardiati, 2008:69). Selanjutnya, penelitian yang lebih maju lagi berpendapat bahwa rute selatan adalah rute yang paling cocok digunakan untuk melakukan migrasi sehingga dikenal sebagai *single dispersal* (Foster dan Matsumura, 2005 dalam Koesbardiati, 2008:70).

Persebaran umat manusia selanjutnya semakin tinggi sehingga mempengaruhi tingkat keanekaragaman manusia. Persebaran umat manusia diiringi dengan persebaran unsur-unsur kebudayaannya. Persebaran unsur-unsur kebudayaan yang mengikuti persebaran manusia menurut Koentjaraningrat (2009) dapat terjadi melalui proses difusi yang kemudian juga dapat diikuti oleh proses akulturasi dan asimilasi (Koentjaraningrat, 2009:184).

Proses difusi dapat terjadi melalui perpindahan sekelompok masyarakat dari satu tempat ke tempat lain (migrasi) atau dengan didifusikannya unsur-unsur budaya suatu masyarakat karena dibawa oleh individu-individu tertentu.

Proses difusi yang kedua biasanya dilakukan oleh pelaut atau pedagang. Selain itu, proses difusi juga ditentukan berdasarkan cara-cara berinteraksi yang terjadi di antara masyarakat yang memiliki kebudayaan berbeda tersebut. Apabila interaksi antara dua masyarakat berupa hubungan *symbiotic* atau hubungan saling menguntungkan maka tidak berpengaruh pada kebudayaan masing-masing. Interaksi seperti ini terjadi pada orang Toraja yang terisolir sebelum penjajahan Belanda masuk ke wilayah Toraja. Orang Toraja yang terisolir melakukan interaksi dengan populasi-populasi tetangga mereka dalam bentuk peminjaman tentara perang dan hubungan barter hasil-hasil alam namun hubungan tersebut tidak memberikan pengaruh pada kebudayaan orang Toraja itu sendiri. Cara interaksi selanjutnya melalui hubungan perdagangan yang akibatnya lebih jauh dari hubungan *symbiotic*. Dalam interaksi ini, unsur-unsur kebudayaan asing yang masuk ke dalam kebudayaan penerima dengan cara damai, tanpa paksaan, dan bahkan tanpa disengaja. Penerimaan secara damai juga dapat dilakukan dengan sengaja atau kadang-kadang dengan paksa karena tujuan tertentu seperti yang dilakukan para penyiur agama. Penerimaan kebudayaan asing dapat juga dilakukan dengan cara tidak damai artinya ada pemaksaan karena peperangan dan penaklukan. Pada masyarakat Toraja sendiri pada masa awal masuknya Belanda dilakukan difusi kebudayaan asing yaitu dalam bentuk agama Kristen dilakukan dengan cara damai. Pemberontakan yang dilakukan oleh para bangsawan Toraja kemudian mengubah cara difusi menjadi tidak damai. Pada proses difusi secara damai dan tidak damai inilah yang memungkinkan terjadinya akulturasi atau juga

asimilasi. Asimilasi dapat dilakukan juga dengan cara melakukan kawin campur (*admixture*) (Ihromi, 1981:22; Koentjaraningrat, 2009:199-209; Koesbardiati, 2008:68; Lestari, dkk., 2012:7-8).

Dewasa ini migrasi menjadi lebih mudah dilakukan karena adanya transportasi baik darat, laut, maupun udara. Selain itu, jumlah populasi yang terisolasi secara geografis juga mulai mengalami penurunan. Secara biologis maupun budaya telah tercampur antara satu populasi dengan populasi yang lain. Koentjaraningrat (2009) menulis bahwa penelitian-penelitian mengenai akulturasi bahkan telah dimulai sejak tahun 1910 dan pada tahun 1920 telah berkembang lebih pesat. Selain itu dari segi biologis, Glinka (1978; 2000) juga mengelompokkan populasi di kawasan Indonesia dengan menggunakan data antropometris dari 218 populasi dan simpulannya memperlihatkan adanya campuran ras-ras di Indonesia yang berlangsung sejak lama. Hasil yang menarik ditunjukkan oleh populasi keturunan Tionghoa yang tinggal di Indonesia di mana populasi mereka memiliki ciri yang berbeda dengan kelompok populasi dari Taiwan. Perbedaan ini terjadi karena telah adanya perkawinan campur antara populasi Tionghoa yang datang ke Indonesia dengan populasi lokal namun mereka tetap mempertahankan kebudayaan asal mereka (Glinka, 2008:169-170; Koentjaraningrat, 2009:203).

I.5.1.1 Isolasi

Keadaan geografis dapat menjadi suatu penghalang persebaran ras atau dalam penelitian ini difokuskan pada persebaran gen. Menurut Boyd, ada

tiga cara yang dapat mempengaruhi persebaran ras atau gen berdasarkan keadaan geografis yaitu sebagai berikut.

- 1) Adanya penghalang geografis (*geographical barriers*) seperti deretan pegunungan, samudera, gurun, dan sebagainya yang mencegah terjadinya pencampuran gen melalui perkawinan antar populasi yang berbeda. Akibatnya, seleksi alam yang terjadi pada kawasan seperti ini akan berbeda dengan kawasan lainnya.
- 2) Iklim sebagai bagian dari lingkungan geografis yang mempengaruhi evolusi suatu kawasan tertentu secara tak langsung.
- 3) Geografis juga mempengaruhi melalui keadaan tanah dan variasi lahan yang ada di suatu kawasan.

(Daldjoeni, 1991:51-52; Pope, 1984:60)

Dalam hal ini, *barriers* sesempit apapun dapat membatasi pergerakan dan penyebaran suatu spesies sehingga terjadi perbedaan antara populasi di antara kedua *barriers*. Perbedaan inilah yang kemudian memunculkan variasi biologis yang ekstrem di antara dua populasi tersebut (Daldjoeni, 1991:53).

Meskipun persebaran gen ataupun ras suatu populasi dapat dibatasi oleh adanya penghalang geografis atau *geographical barriers*, perkembangan kebudayaan manusia dapat mengatasi adanya penghalang geografis tersebut. Hal ini menyebabkan populasi yang terhalang oleh keadaan geografis dapat keluar-masuk wilayahnya dengan bebas. Keluar-masuknya populasi ini akan memberikan kesempatan terjadinya penyebaran gen, baik gen yang masuk

dari luar maupun gen yang keluar wilayah populasi tersebut (Daldjoeni, 1991:54-56).

Selain isolat geografis dikenal juga adanya isolat sosial atau budaya. Isolat sosial atau budaya yang dimaksud biasanya berupa kasta, pola perkawinan, dan religi. Dari ketiga jenis isolat sosial atau budaya tersebut, pola perkawinan merupakan isolat sosial atau budaya yang muncul bersamaan dengan adanya isolat geografis. Adanya isolat geografis mengakibatkan adanya pembatasan pemilihan jodoh di suatu populasi yang terisolasi sehingga populasi tersebut akan mengembangkan pola perkawinan yang bersifat endogami lokal bahkan endogami kerabat (Brues, 1977:73-74; Koesbardiati, 2008:66-67; Hulse, 1963:382-387).

Endogami kerabat merupakan jenis perkawinan endogami yang paling sering ditemukan dalam masyarakat tradisional, khususnya juga yang ada di Indonesia. Perkawinan dengan sesama anggota kerabat dapat dikatakan sebagai perkawinan ideal. Hal ini biasanya bertujuan agar suatu masyarakat tetap mewarisi harta keluarga (Glinka, 2008:128-129).

Endogami lokal juga adalah jenis perkawinan ideal di beberapa masyarakat di berbagai belahan dunia. Di mana endogami lokal ini membatasi pemilihan jodoh anggotanya yaitu dengan sesama anggota di daerah adat mereka. Endogami desa dan endogami kasta termasuk dalam jenis endogami lokal. Dalam endogami lokal ini, pemilihan jodoh

berdasarkan kesamaan asal suku adalah perkawinan ideal (Koentjaraningrat, 2005:93; 2009:93).

Perkawinan endogami yang lebih modern yaitu endogami sosial yang kemudian disebut sebagai perkawinan homogami yaitu pernikahan antar partner sederajat dalam hal umur, pendidikan, status sosial-ekonomi, agama, kelompok etnis dan sebagainya. (Glinka, 2008:129).

Pola perkawinan endogami berarti suatu populasi melakukan saling kawin di antara anggota populasi dalam satu wilayahnya. Jika model perkawinan ini terus terjadi maka frekuensi gen homozigotik di dalam populasi tersebut akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat mengganggu proses evolusi dalam populasi tersebut (Koesbardiati, 1991 dan Schwidetzky, 1971 dalam Koesbardiati, 2008:68).

Pembukaan isolat geografis mempunyai peran untuk perubahan gen pada populasi. Hal tersebut dapat terjadi apabila suatu populasi memberikan peluang terjadinya *gene flow* dengan membuka penghalang geografis yang ada. Isolasi geografis yang terbuka akan mengakibatkan munculnya migrasi dari luar maupun dari dalam populasi itu sendiri (Koesbardiati, 1991 dan Schwidetzky, 1971 dalam Koesbardiati, 2008:68).

Wilayah adat Toraja merupakan wilayah yang terisolir akibat adanya penghalang geografis berupa pegunungan Quarles dan Latimojong yang memiliki ketinggian berkisar 1500-2000 meter di atas permukaan laut. Kedua pegunungan inilah yang mengelilingi wilayah adat suku Toraja

sehingga daerah ini menjadi terisolir dari daerah lainnya. Keadaan ini membuat orang Toraja kemudian beradaptasi dan mengembangkan kebudayaan mereka sendiri yang didasarkan pada ajaran yang diwariskan oleh nenek moyang dalam bentuk religi yaitu *Aluk Todolo* maupun *oral history* yang mereka pelihara hingga kini sebagai salah satu penghormatan terhadap leluhur mereka. Kebudayaan yang mereka kembangkan tersebut menjadi aturan hidup dan berperilaku bagi anggotanya. Pada penelitian ini, pengaruh budaya Toraja dalam hal penentuan kekerabatan akan mempengaruhi pewarisan genetik dalam populasi Toraja. (Faad, dkk., 2013:3; Melalatoa, 1995:379; Waterson, 2009:2-5).

I.5.1.2 Migrasi

Migrasi adalah cara manusia berpindah dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Kunci untuk mempertahankan keanekaragaman *gene pool* pada populasi adalah dengan migrasi. Terjadinya migrasi dalam suatu populasi akan menekan terjadinya *genetical drift* sehingga tidak terjadi reduksi gen dalam populasi tersebut. Pada saat individu dari suatu populasi melakukan migrasi, maka individu tersebut memiliki kemungkinan melakukan kawin campur (*admixture*) dengan individu lain dalam populasi lain yang ia temui (Koesbardiati, 2008:68).

Migrasi dalam segi sosial budaya akan menghasilkan adanya akulturasi atau difusi kebudayaan. Di mana dua budaya atau lebih saling berbaur dan menghasilkan keanekaragaman budaya, bahkan keanekaragaman rasial di wilayah migrasi. Selain itu, individu yang melakukan migrasi akan

membawa kebudayaan baru dari wilayah migrasi dan menyumbangkannya ke dalam wilayah asalnya sehingga terjadi perubahan kebudayaan (Koesbardiati dan Suriyanto, 2005 dalam Koesbardiati, 2008:68).

Manusia telah melakukan migrasi sejak zaman prasejarah. Migrasi pertama dilakukan oleh genus *Homo* sekitar 1 juta tahun yang lalu. Para paleoantropolog meyakini migrasi pertama ini dilakukan oleh kelompok *Homo erectus* dari benua Afrika menuju ke seluruh belahan dunia. Migrasi ini menyebabkan *Homo erectus* tersebar di berbagai belahan dunia dan kemudian berkembang secara gradual di wilayah migrasi. Mereka juga mengembangkan kebudayaan sebagai proses adaptasi dengan lingkungan yang baru (Coon, 1962 dalam Koesbardiati, 2008:68-69).

Beberapa faktor yang menyebabkan manusia prasejarah melakukan migrasi antara lain bencana alam seperti letusan gunung berapi. Misalnya, letusan Gunung Toba yang menyebabkan terjadinya *volcanic winter* yang berakibat pada turunnya jumlah manusia di bumi yang dikenal dengan peristiwa *bottleneck*. Bencana alam seperti ini membuat manusia yang masih bertahan berusaha mencari wilayah yang lebih hangat dan menyediakan banyak bahan makanan dengan cara keluar dari wilayah mereka atau disebut migrasi (Ambrose, 1998 dalam Koesbardiati, 2008:69).

Penelitian mengenai variasi populasi di Indonesia juga pernah dilakukan oleh Lembaga Eijkman yang dipimpin oleh Herawati Sudoyo. Lembaga tersebut meneliti gelombang migrasi yang terjadi di Nusantara pada masa prasejarah di mana mengakibatkan variasi populasi di Indonesia. Penelitian

ini dilakukan dengan menggunakan metode uji DNA. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut menjelaskan dua gelombang migrasi yang terjadi di kawasan Nusantara sejak masa Pleistosen akhir. Gelombang migrasi pertama ini terjadi sekitar 60.000 – 40.000 tahun yang lalu dari Daratan Asia turun ke bagian barat Nusantara dan tersebar hingga Kepulauan Alor dan Papua. Gelombang selanjutnya diperkirakan terjadi sekitar 3.000 tahun yang lalu dari Formosa melewati Filipina masuk melalui bagian utara Nusantara ke Pulau Sulawesi kemudian menyebar hingga ke Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Gelombang migrasi inilah yang kemudian menghasilkan variasi-variasi populasi yang unik dan tersebar di seluruh Kepulauan Indonesia (dalam Glinka & Koesbardiati, 2007:41; Koesbardiati & Suriyanto, 2007:27).

Terkait dengan penelitian mengenai migrasi di Indonesia, Koesbardiati dan Suriyanto (2007) juga melakukan penelitian dengan menggunakan metode osteoskopi untuk membandingkan afinitas rasial dan antikeuitas dari 41 kranium serta membandingkannya dengan data lapangan. Gelombang migrasi yang terjadi di Indonesia dianalogikan seperti ayunan dua buah pendulum. Dua buah pendulum tersebut tidak hanya berayun tetapi saling bertabrakan sehingga mempengaruhi ayunan pendulum yang lain. Pendulum pertama dianalogikan sebagai populasi Mongoloid sedangkan pendulum kedua sebagai populasi Australomelanesoid. Ayunan kedua pendulum dilambangkan sebagai pergerakan migrasi yang terjadi sejak akhir masa

Mesolitik hingga awal masa Neolitik (Koesbardiati & Suriyanto, 2007:23,27).

Glinka dan Koesbardiati (2007) juga mengemukakan pola migrasi yang didasarkan pada data-data antropometris dari 64 populasi yang tersebar di seluruh Indonesia. Data-data antropometris ini merupakan hasil kajian pustaka dan hasil penelitian sendiri. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah adanya tiga morfotipe yang ada di Indonesia yaitu Protomalayid, Deuteromalayid, dan Dayakid. Penemuan ketiga morfotipe ini berimplikasi pada pola migrasi di Indonesia. Di mana migrasi pertama dilakukan oleh Protomalayid yang menduduki seluruh daerah di Indonesia dari barat sampai ke timur. Migrasi kedua dilakukan oleh Dayakid yang diduga datang dari Taiwan melewati Filipina dan masuk melalui bagian utara Kalimantan. Populasi ini kemudian terdesak oleh datangnya migrasi dari Deuteromalayid sehingga populasi Dayakid bertahan di pedalaman Kalimantan. Populasi Deuteromalayid merupakan populasi yang datang paling akhir namun diperkirakan gelombang migrasi dari populasi ini terjadi berkali-kali sehingga mendominasi hampir seluruh daerah Indonesia. Populasi Deuteromalayid ini diperkirakan berasal dari Daratan Asia yang masuk dari bagian barat Indonesia dan tersebar ke arah timur dan selatan Indonesia. Wilayah Nusa Tenggara yang memiliki ketiga morfotipe tersebut diduga sebagai tempat pertemuan ketiganya, di mana Dayakid bergerak ke arah selatan, Protomalayid melakukan arus balik dari timur, dan Deuteromalayid yang terus bergerak ke arah barat (Glinka & Koesbardiati, 2007:41-42, 45).

Pada penelitian ini, migrasi yang dikaitkan dengan populasi Toraja adalah yang dianalisis berdasarkan mitos dan folklor yang menceritakan tentang asal-usul nenek moyang dari orang Toraja sendiri. Di mana asal-usul tersebut kemudian dijelaskan berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait dengan migrasi yang melalui wilayah Sulawesi umumnya dan wilayah Toraja khususnya. Penjelasan mengenai migrasi ini akan dianalisis berdasarkan penelitian-penelitian para ahli yang menggunakan analisis dengan mtDNA.

I.6 Metode Penelitian

I.6.1 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah mendeskripsikan variasi genetik pada populasi Toraja berdasarkan analisis *mitochondrial DNA* (mtDNA). Pemeriksaan mtDNA difokuskan pada pemeriksaan daerah *D-loop* khususnya daerah HVS II (*hypervariable segment II*) yang terletak pada nt 57-372. Daerah ini memiliki polimorfisme paling tinggi kedua setelah daerah HVS I (*Hypervariable segment I*) (Syukriani, 2012:74,77). Pemeriksaan daerah HVS II ini dilakukan dengan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang bertujuan untuk mendapatkan fragmen DNA yang cukup banyak meskipun dengan jumlah sampel yang sedikit sehingga dapat divisualisasikan dalam proses elektroforesis. Selain itu teknik PCR juga memungkinkan pemeriksaan DNA pada sampel yang telah mengalami degradasi seperti tulang (Syukriani, 2012:105)

I.6.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah analisis laboratorium. Di mana penelitian ini akan melakukan analisis mtDNA khususnya pada daerah *hypervariable segment II* (HVS II) *D-loop*. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk mendeskripsikan keadaan genetik populasi Toraja.

I.6.3 Sampel dan Variabel Penelitian

I.6.3.1 Sampel

Penelitian ini awalnya akan menggunakan sampel yang telah diambil dari Kuburan Batu Londa oleh peneliti pada Agustus 2014 namun pemeriksaan DNA yang dilakukan terhadap sampel-sampel tersebut tidak mengeluarkan hasil yang diharapkan. Oleh karena itulah, peneliti meminjam sampel yang telah diperoleh oleh dr. Sumy Hastri Purwanti, Sp.F., DFM yang berupa serpihan tulang dari bagian tengkorak yang diambil di Kuburan Batu di Ke'te' Kesu', Lembang Bunoran, Desa Panta'rukan Lolo, Kecamatan Kesu', Kabupaten Toraja Utara. Sampel-sampel yang diperoleh beliau melalui penelitian lapangan di Kuburan Batu Ke'te' Kesu' telah lulus uji kelayakan etik (*ethical clearance*) dan juga telah memiliki *informed concern* yang diperoleh dari salah satu keluarga Toraja yang bertongkonan di Tongkonan Kesu'. Beliau juga telah mengizinkan peneliti menggunakan 3 sampel dari 16 sampel yang telah diperolehnya untuk tujuan penelitian disertasi S3.

Prosedur pengambilan sampel dilakukan dengan mengikuti kaidah umum yang ditulis oleh Syukriani dalam bukunya yang berjudul *DNA*

Forensik yakni yang terkait dengan proses pengambilan sampel genetik yang berupa sampel kering seperti tulang-belulang. Proses pengambilan sampel dijelaskan dengan lebih detail pada subbab 1.6.4 mengenai Metode Pemeriksaan mtDNA dengan Teknik PCR pada bagian 1.6.4.1 Tahap Pengambilan Sampel.

Jumlah sampel yang digunakan berjumlah 3 sampel. Hal ini dilakukan karena metode penelitian yang akan digunakan adalah dengan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Teknik PCR memiliki dua aspek penting yaitu (1) sedikitnya jumlah spesimen masih memungkinkan dilakukannya pemeriksaan DNA; (2) spesimen yang telah mengalami degradasi masih dapat dilakukan pemeriksaan misalnya pada spesimen tulang-belulang yang telah lama terkubur. Teknik pemeriksaannya yang mudah dan hasil yang cepat didapat juga menjadi kelebihan dari teknik PCR (Syukriani, 2012:105). Kedua aspek inilah yang menjadi alasan pengambilan sampel yang berjumlah sedikit.

Penelitian tentang mtDNA yang bertujuan untuk menentukan haplotipe biasanya menggunakan sampel yang jumlahnya sedikit yaitu paling banyak 5 sampel setiap populasi. Beberapa penelitian yang menggunakan jumlah sampel yang terbatas untuk menentukan haplotipe dari setiap populasi yaitu sebagai berikut.

Maksum (2008) dalam penelitiannya yang berjudul *Analisis Urutan Nukleotida Daerah Hipervariabel I (HV I) DNA Mitokondria pada Suku Sunda untuk Menentukan Motif Populasinya* mengambil 5 sampel pada

setiap populasi yang ditelitinya. Pada penelitiannya, ia menggunakan 4 populasi yang mewakili kampung-kampung asli suku Sunda. Hasil yang diperoleh adalah ditemukannya 6 varian genetik baru yang menambah *database* mtDNA untuk suku Sunda.

Ratnayani dkk. (2007) bahkan menggunakan satu sampel yang diambil dari satu individu untuk memulai penelitian mengenai pola genetik pada suku Bali. Hasil dari penelitian ini adalah ditemukannya 6 varian genetik pada sampel yang berbeda dengan urutan mtDNA standar menurut Anderson yaitu rCRS (*revised Cambridge References Sequence*).

Yudianto dan Nuraini (2013) juga melakukan penelitian mtDNA pada suku Madura dengan tujuan melihat pewarisan secara maternal pada salah satu keluarga suku Madura. Penelitian ini menggunakan 4 sampel yang terdiri dari *grandmother, mother, grandchild, great-grandchild*. Hasil penelitian ini menunjukkan mutasi genetik pada tingkat *great-grandchild* yang menghasilkan 5 varian genetik yang berbeda dari tiga generasi sebelumnya.

Sampel serpihan tengkorak yang digunakan merupakan bagian populasi asli Toraja yang berasal dari Kuburan Batu di Ke'te' Kesu', Lembang Bunoran, Desa Panta'rukan Lolo, Kecamatan Kesu', Kabupaten Toraja Utara. Kuburan batu Ke'te' Kesu' merupakan salah satu daerah pariwisata kuburan batu dan termasuk salah satu desa adat tertua di Toraja yang masih dipertahankan bentuk aslinya. Penggunaan sampel dari daerah ini mempertimbangkan tradisi dari masyarakat Toraja yang menggunakan

kubur batu sebagai tempat pemakaman bagi seluruh anggota keluarga secara turun-temurun. Masyarakat Toraja yang tinggal di Ke'te' Kesu' pun telah menggunakan kubur batu yang berbentuk gua alam selama kurang lebih 500 tahun. Penggunaan kubur batu di tempat ini bukan diperuntukkan bagi masyarakat umum melainkan digunakan secara turun-temurun oleh keturunan Puang Ri Kesu' beserta keturunannya hingga saat ini.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini pun dianggap telah berusia ratusan tahun. Hal ini didasarkan pada pembicaraan singkat yang dilakukan peneliti dengan salah seorang pemuka adat bernama Bapak B.Sarapang. pada bulan Agustus 2014. Menurut penuturan beliau, usia jenazah dan tulang-belulang yang dimakamkan di gua-gua alam seperti di Londa dan di Ke'te' Kesu' sebagian besar telah berumur ratusan tahun namun ada juga jenazah baru yang masih berumur puluhan tahun. Jenazah atau tulang-belulang yang berumur masih sangat muda biasanya masih berada di dalam peti yang tidak boleh dibuka dengan sembarangan melainkan harus menggunakan upacara adat. Kebiasaan ini telah dipertahankan sejak lama dan merupakan tradisi yang digunakan oleh mayoritas orang Toraja di wilayah Toraja (hasil wawancara pada tanggal 5 Agustus 2014).

Orang-orang yang dimakamkan di Ke'te' Kesu' masih merupakan satu garis keturunan yaitu keturunan Puang Ri Kesu' berdasarkan bagan silsilah keluarga yang dimiliki oleh keluarga (lihat Bagan II.4). Puang Ri

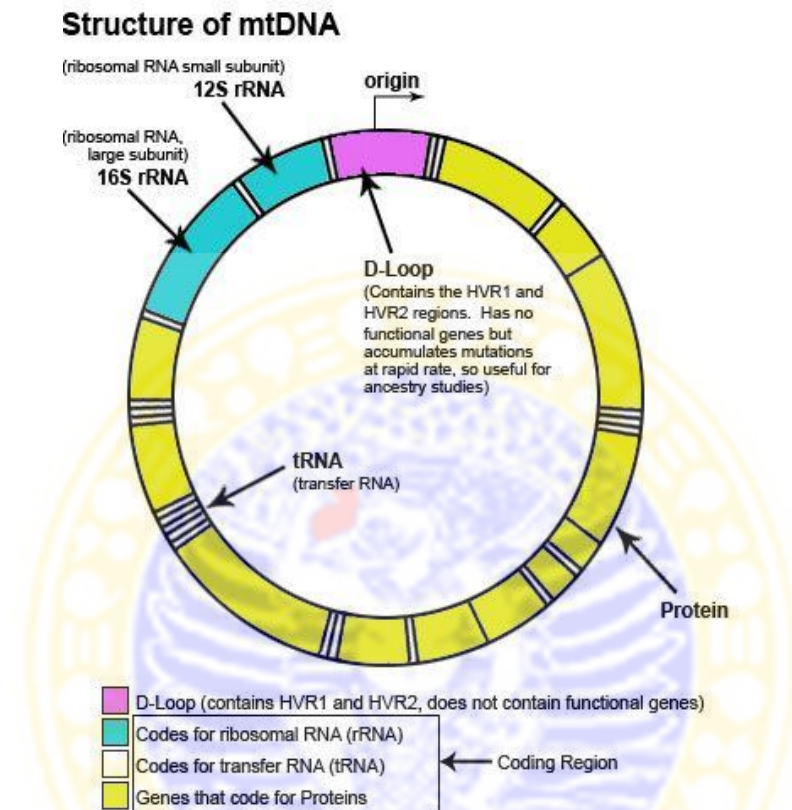
Kesu' oleh masyarakat setempat dipercaya sebagai *To Manurun di Langi'*. Berdasarkan hal tersebut, hubungan kekerabatan yang melekat pada setiap orang yang dikuburkan di Ke'te' Kesu' dapat dikatakan memiliki urutan molekul mtDNA yang kurang lebih sama dan apabila ada perbedaan urutan molekul mtDNA maka dapat dipastikan telah terjadi mutasi dalam DNA populasi tersebut yang dipengaruhi oleh faktor dari luar tubuh. Oleh karena itulah, Ke'te' Kesu' dipilih sebagai lokasi penelitian yang ideal bagi penelitian ini.

Jumlah sampel yang terbatas dan sedikit disesuaikan dengan analisis yang digunakan yaitu menggunakan mtDNA sehingga dengan jumlah sampel yang sedikit, hasil DNA yang dibaca akan cukup untuk memberikan keterangan tentang keadaan genetika populasi pada saat itu.

I.6.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah DNA mitokondria atau *mitochondrial DNA* (mtDNA) yang difokuskan pada daerah *hypervariable segment II* (HVS II) *D-loop*. DNA mitokondria atau mtDNA adalah DNA yang berbentuk sirkuler dan berada pada organel sel yang disebut mitokondria. Mitokondria sebagai organel sel memiliki fungsi untuk menghasilkan energi untuk digunakan dalam aktivitas tubuh. Dalam setiap satu mitokondria terdapat 2-10 mtDNA dengan panjang genom yang berbentuk sirkuler adalah 16.569 bp. Dari keseluruhan panjang tersebut mtDNA hanya mengode 13 protein yang akan digunakan dalam proses fosforilasi

oksidatif, 22 RNA transfer (tRNA), dan dua RNA ribosom (rRNA) (Butler, 2005:121; Syukriani, 2012: 73-74).



Gambar I.1 Struktur *mitochondrial DNA* yang berbentuk sirkular

Molekul mtDNA adalah molekul polimer rantai ganda dengan satu bagian rantai adalah molekul guanin atau yang disebut juga *heavy* (H) *strand* dan bagian lainnya adalah molekul sitosin atau yang disebut *light* (L) *strand*. Daerah mtDNA yang terdiri dari dua promotor yang mengawali terjadinya proses transkripsi *H-strand* dan *L-strand* disebut dengan *control region*. *Displacement Loop* (D-loop) termasuk daerah *control region* yang juga merupakan *non-coding region* mtDNA yang memiliki polimorfisme yang tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan untuk mengidentifikasi individu dan juga populasi (Syukriani, 2012: 74).

D-loop atau *Displacement-Loop* merupakan daerah yang tidak mengode protein yang letaknya pada nt 16.024-576. Daerah *D-loop* memiliki dua segmen yang biasanya digunakan untuk melihat polimorfisme yaitu *hypervariable segment I* (HVS I) dan *hypervariable segment II* (HVS II). HVS I terletak pada nt 16.024-16383 sedangkan HVS II terletak pada nt 57-372. Jika laju mutasi pada mtDNA diperkirakan sekitar 10-17 kali lebih cepat dibanding nDNA maka pada daerah *D-loop* tiap 33 generasi terjadi 1 kali mutasi (Syukriani, 2012: 74).

Pewarisan mtDNA merupakan warisan 100% dari ibu sehingga disebut *maternal inheritance*. Sebab mtDNA yang diperoleh anak hanya berasal dari ibu. Hal ini disebabkan pada saat fertilisasi, sel sperma tidak menyumbang mtDNA sebab mtDNA pada sel sperma terdapat pada bagian ekornya dan bagian ekor dari sel sperma akan terlepas pada saat bersatu dengan sel telur. Dalam penelitian lebih lanjut, ada kemungkinan ayah mewariskan 100-1500 mtDNA pada setiap anak namun belum ada bukti adanya rekombinasi atau transmisi mtDNA ayah. Akibatnya, ayah dianggap tidak mewariskan mtDNA (Butler, 2005:122; Syukriani, 2012:76; Walker, 2003:43).

Variasi mtDNA di dalam populasi juga mengalami evolusi dalam hal perubahan urutan DNA. Perubahan urutan ini terjadi akibat adanya substitusi pada tingkat nukleotida. Jika dilihat dalam populasi, variasi mtDNA akan menunjukkan kecenderungan terakumulasi di dalam kelompok-kelompok. Hal ini diakibatkan oleh laju mutasi mtDNA yang

tinggi sehingga semakin berkembang garis keturunan maka semakin berkembang juga jumlah variasi mtDNA dalam populasi (Syukriani, 2012:76).

Dalam suatu garis keturunan tidak jarang terjadi mutasi pada keturunan perempuan tertentu. Mutasi yang terjadi pada perempuan ini kemudian merubah haplotipe pada mtDNA-nya menjadi baru dan berbeda dari generasi sebelumnya. Selanjutnya, bila haplotipe tersebut diturunkan kepada semua keturunan perempuan itu, maka akan terdapat banyak individu yang memiliki haplotipe yang sama yaitu berasal dari perempuan tadi. Akibatnya, ada sekelompok individu yang terikat kekerabatan berdasarkan mtDNA dan kelompok tersebut disebut sebagai *haplogroup* dalam populasi (Syukriani, 2012:76).

Penelitian mengenai mtDNA manusia telah diawali oleh Anderson yang melakukan penelitian di Laboratorium Frederick Sanger di Cambridge, Inggris. Hasil sekuens mtDNA yang dihasilkan dari penelitian tersebut kini menjadi acuan dalam penelitian mtDNA. Hasil penelitian tersebut dikenal dengan nama *Anderson sequences* atau *Cambridge reference sequence* (Butler, 2005:121).

Pemanfaatan mtDNA pun semakin dikembangkan untuk indentifikasi forensik maupun untuk memetakan asal-usul suatu populasi. Identifikasi dengan mtDNA awalnya hanya menggunakan daerah HVS I. Pemilihan daerah HVS I dikarenakan tingkat polimorfisme yang tinggi pada daerah tersebut. Daerah HVS II masih kurang digunakan dalam penelitian

mtDNA karena masih berada pada urutan kedua daerah *D-loop mtDNA* yang memiliki polimorfisme yang tinggi. Sejak tahun 1994, penggunaan kedua daerah D-loop yaitu HVS I/II mulai dikembangkan dan puncaknya adalah pada tahun 2000 di mana komunitas forensik mencoba membuat *guideline* untuk identifikasi forensik. Rencana tersebut belum terealisasi karena masih perlunya pengembangan *database* populasi dan petunjuk pemanfaatan data populasi guna mencari kesimpulan terhadap kasus-kasus identifikasi forensik (Syukriani, 2012:77-78).

Dalam pengembangan pemanfaatan mtDNA terdapat tiga alasan utama. Alasan pertama adalah laju mutasi mtDNA yang lebih tinggi dibandingkan nDNA menyebabkan variasi urutan molekul mtDNA dalam populasi juga tinggi. Alasan kedua didasarkan pada pola pewarisan mtDNA yang hanya diturunkan dari ibu sehingga dapat digunakan sebagai pembanding dalam mengidentifikasi individu-individu yang berada dalam satu garis keturunan ibu yang sama. Prinsipnya adalah setiap orang yang masih berhubungan kerabat memiliki urutan mtDNA yang identik. Selain dalam tingkat keluarga, penggunaan mtDNA dalam identifikasi dapat digunakan pula pada tingkat populasi yang lebih besar seperti suku bangsa dan ras. Alasan terakhir berkaitan dengan jumlah molekul (*copy*) mtDNA yang terdapat dalam satu sel dapat mencapai ratusan hingga ribuan dibandingkan dengan nDNA yang hanya memiliki dua molekul (*copy*) dalam tiap sel. Dengan banyaknya jumlah *copy* mtDNA akan memudahkan proses isolasi DNA karena jumlah spesimen yang terbatas

tetap dapat digunakan untuk pemeriksaan DNA. DNA mitokondria sayangnya kurang spesifik jika digunakan untuk identifikasi individual sehingga harus didukung oleh metode identifikasi yang lain (Syukriani, 2012:72).

I.6.4 Metode Pemeriksaan mtDNA dengan Teknik PCR

Pemeriksaan mtDNA meliputi beberapa tahap yaitu tahap pengambilan sampel, isolasi mtDNA, amplifikasi *D-loop mtDNA* dengan teknik PCR, elektroforesis dengan gel agarosa, sekuensing mtDNA, analisis data, dan kesimpulan. Proses pemeriksaan mtDNA dilakukan di Laboratorium Human Genetik di *Institute of Tropical Disease (ITD)* Universitas Airlangga dengan laboran di bawah pengawasan Ahmad Yudiato, dr.Sp.F, M.Kes, SH. dengan standar operasional prosedur yang berlaku di ITD.

I.6.4.1 Tahap Pengambilan Sampel

Jenis sampel berupa serpihan tulang tengkorak yang merupakan jenis sampel kering sehingga dapat disimpan lebih lama. Kemudian untuk memperkecil kemungkinan terkontaminasi, serpihan tulang lebih baik disimpan dalam lemari es. Selain dengan menyimpan sampel pada tempat yang sesuai, ada beberapa langkah pencegahan terjadinya kontaminasi pada sampel, yaitu:

- (1) Menggunakan sarung tangan sekali pakai, alat-alat sekali pakai atau yang dibersihkan dengan menggunakan etanol 96% dengan tujuan agar tetap steril.

- (2) Proses pengambilan dilakukan dengan hati-hati agar tidak menyentuh daerah yang memiliki kemungkinan mengandung DNA.
- (3) Sebaiknya tidak berbicara, batuk, ataupun bersin ketika mengambil dan mengemas sampel.
- (4) Saat mengambil dan mengemas sampel sebaiknya tidak menyentuh bagian wajah, hidung, dan mulut.
- (5) Sampel dikemas dalam amplop tanpa stapler.

(Syukriani, 2012:99, 101)

I.6.4.2 Isolasi DNA Mitokondria

Pada penelitian ini, sampel tulang yang telah diambil sebelumnya digerus dengan menggunakan alat bor yang sesuai. Hasil dari penggerusan yang berupa bubuk atau *powder* selanjutnya digerus kembali dengan menggunakan mortar untuk memastikan sampel yang telah berbentuk bubuk telah halus. Sampel berupa bubuk halus yang digunakan adalah seberat 1 gram dimasukkan dalam tabung ependorf dan didekalsifikasi dengan 40 ml larutan EDTA 0,5 M pH 7,5. Setelah itu divortex secukupnya kemudian disonifikasi selama 15 menit dan selanjutnya disentrifuse dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Proses dekalsifikasi tersebut dimonitor dengan menggunakan larutan amonium oksalat jenuh yang diteteskan pada larutan DNA dalam EDTA. Proses dekalsifikasi akan dihentikan bila pada saat pemberian larutan amonium oksalat, larutan tetap jernih. Selanjutnya dengan menggunakan 40 ml *deionized* H₂O steril, *pelet* dicuci dengan dikocok selama beberapa menit. Sampel kemudian disentrifuse lagi selama 15 menit

dengan kecepatan 2.000 rpm, setelah itu supernatan yang didapatkan dapat dibuang. Untuk memastikan sisa bahan dekalsifikasi telah bersih dari sampel maka proses pencucian dengan H₂O steril dilakukan sebanyak 3 kali.

Sampel yang telah bersih kemudian diekstraksi dengan *DNAzol* karena metode ekstraksi dengan *DNAzol* praktis dan mudah dilaksanakan serta belum banyak dipergunakan sebagai metode untuk mengekstraksi DNA pada tulang. Sampel sebanyak 1 gram bubuk dicampur dengan 1 ml *DNAzol* dengan cara *divortex* lalu diinkubasi selama 5 menit pada suhu kamar.

Bubukan sampel yang telah dicampur dengan *DNAzol* kemudian disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm pada suhu 4⁰C. *Supernatant* yang ada diambil dan dimasukkan ke dalam tabung baru dan ditambahkan 0,5 ml etanol absolut (100%) yang kemudian dibolak-balik dan selanjutnya diinkubasi selama 1-3 menit. Setelah disentrifuse dengan kecepatan 4.000 rpm selama 1-2 menit pada suhu 4⁰C, supernatan dibuang secara hati-hati untuk memastikan DNA tidak ikut terbuang.

Selanjutnya *pelet* dicuci menggunakan 0,8-1 ml etanol 75% dengan cara dibolak-balik selama 3-6 kali dan kemudian disentrifuse selama 1-2 menit dengan kecepatan 4.000 rpm. Tabung kemudian diletakkan dalam posisi tegak selama 0,5-1 menit, setelah itu buang etanol 75% dengan cara *pipeting* atau *decanting*. Proses pencucian dengan etanol 75% diulang sebanyak 2 kali. Lalu *pelet* dikeringkan dengan cara membiarkan tabung terbuka selama 5-15 detik setelah etanol 75% dibuang sebelumnya.

Kemudian ditambahkan larutan NaOH 8 mM sebanyak 0,2-0,3 ml sebagai pelarut DNA. Selanjutnya larutan divorteks lalu *dispindown* dan setelah itu disimpan pada suhu -20°C .

Setelah dilakukan ekstraksi DNA kemudian DNA diukur kadar dan kemurniannya melalui *UV-spectrophotometer*. *UV-spectrophotometer* mempunyai cara kerja yang didasarkan pada prinsip bahwa radiasi sinar UV yang diserap oleh larutan DNA dan protein berbanding lurus dengan banyaknya DNA dan protein dalam larutan sampel. Absorpsi maksimum DNA adalah pada panjang gelombang 260 nm dan absorpsi maksimum protein adalah pada panjang gelombang 280 nm (Muladno, 2002).

Prosedur pemeriksaan kadar DNA dengan *UV-spectrophotometer* dilakukan dengan tabung *ependorf* baru yang diisi dengan DW 695 μl ditambahkan dengan DNA hasil isolasi sebesar 5 μl , kemudian divorteks. Pada larutan DNA hasil *UV-spectrophotometer* pada panjang gelombang 260 dan 280 nm, dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar DNA} = (\text{bacaan pada } \lambda \text{ 260}) \times \text{FP (faktor pengenceran)} \times 1 \text{ OD},$$

di mana 1 OD (*optical density*) setara 50 ng/ μl atau 50 $\mu\text{g/ml}$ untuk DNA untai ganda atau setara 40 $\mu\text{g/ml}$ untuk RNA atau DNA untai tunggal atau setara 20 $\mu\text{g/ml}$ untuk oligonukleotida untai tunggal (Muladno, 2002). Kemurnian DNA dihitung dengan rasio perbandingan absorpsi panjang gelombang 260 nm dan 280 nm.

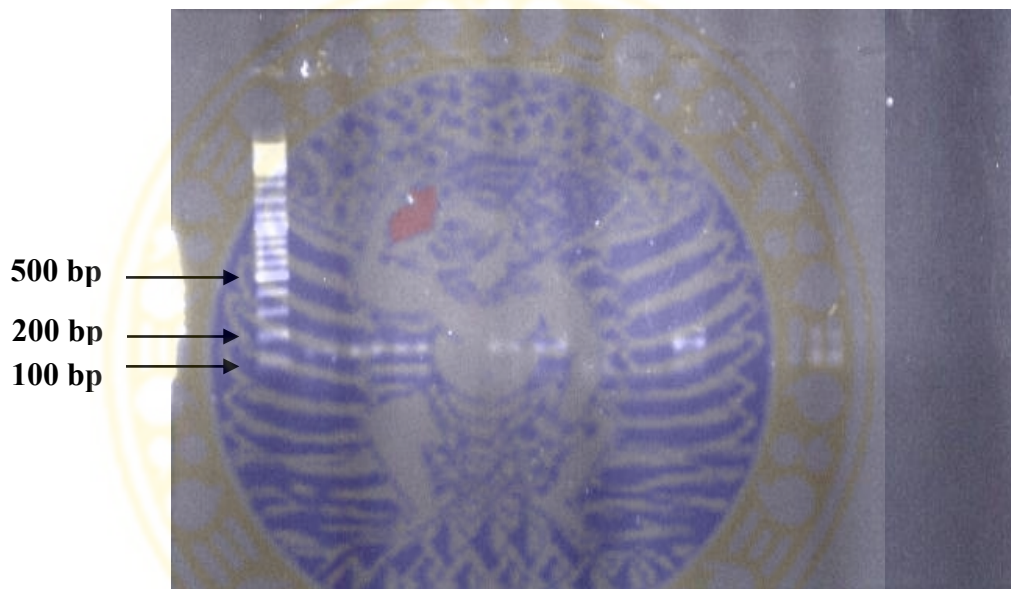
I.6.4.3 Amplifikasi D-loop mtDNA dengan Teknik PCR

Amplifikasi D-loop mtDNA dengan teknik PCR dilakukan dengan menggunakan templat hasil lisis sel dan pasangan *primer* hasil perancangan. Oleh karena itu, ada tahap sebelum dilakukan amplifikasi, yaitu tahap perancangan *primer*. Perancangan *primer* dilakukan dengan kaidah umum yang disebut program *DNA STAR*. Program ini memiliki kaidah seperti perbandingan persen GC, homologi nukleotida pada kedua *primer* khususnya pada ujung 3', serta dengan panjang *primer* sekitar 18-28 basa. Dalam mtDNA templat untuk perancangan *primer* disebut mtDNA *Cambridge Reference Sequence* (CRS) (Ayuningsih, 2013:18).

Pada penelitian ini, tahap amplifikasi mtDNA menggunakan *primer* dengan *amplicon product* 126 bp, yaitu pada nt 34-159. Seluruh *reagen* PCR yang telah dimasukkan pada tabung *epENDORF* divorteks dan selanjutnya *dispindown* selama 10 detik. Setelah itu diamplifikasi sesuai dengan *primer* yang digunakan dan berdasarkan petunjuk referensi yang tersedia. Amplifikasi mtDNA 126 bp (nt 34-159) diawali dengan melakukan proses *initial denaturation* pada suhu 95⁰C selama 3 menit. Selanjutnya dilakukan *denaturation* pada suhu 94⁰C selama 1 menit, lalu *annealing* selama 1 menit pada suhu 56⁰C, kemudian *extension* pada suhu 72⁰C selama 1 menit, dan *final extension* pada suhu 72⁰C selama 3 menit. Proses *denaturation* hingga *final extension* dilakukan sebanyak 30 kali (Morowati, dkk., 2007).

I.6.4.4 Elektroforesis dengan Gel Agarosa

Hasil dari amplifikasi akan dianalisis pada tahap selanjutnya yaitu elektroforesis dengan menggunakan *polyacrilamid composite gel* yang dilakukan PCR dengan *mini primer STR CODIS* dan mtDNA 126 bp. Proses ini dilakukan dengan tujuan mengetahui keberhasilan amplifikasi DNA yang dilanjutkan dengan analisis masing-masing hasil elektroforesis.



**Gambar I.2 Visualisasi Hasil PCR mtDNA
amplicon product 126 bp**

Proses elektroforesis dilakukan dengan menggunakan gel agarosa 2% Gel agarosa 2% dibuat dari 40 cc TBE (*Tris Boric EDTA*) 0,5 X dan Agarosa (*LE Analytical Grade*) 0,8 gram yang kemudian dipanaskan dalam *microwave* sampai jernih tanpa gelembung. Selanjutnya hasil dituangkan ke dalam *gel bed* dan kemudian *comb* dipasang untuk pembentukan sumuran pada gel. Sumuran pada gel digunakan sebagai tempat DNA yang dicampur

dengan *loading dye*. Setelah gel mengeras dan terbentuk sumuran maka gel sudah bisa digunakan dalam proses elektroforesis.

I.6.4.5 Sekuensing DNA Mitokondria

Sekuensing fragmen *D-loop mtDNA* yang telah dimurnikan sebelumnya dengan *qiaquick purification* ditambah 19 µl Hi-Di™ *formamide* (*Applied Biosystems*) yang berisi 0,75 µl GS500LIZ *size standard* (*Applied Biosystems*). Sampel kemudian diletakkan secara cepat pada *instrument* untuk dilakukan analisis tanpa *heat denaturing* ataupun *snap cooling* pada saat sampel *running*. Sampel diinjeksikan selama 5 detik pada *setting* tegangan mesin sekuensing sebesar 15.000 V pada suhu 60⁰C. Standar elektroforesis yang digunakan yaitu POPTM-6, 1X A.C.E., buffer (*Amersco, Solon, OH*), dan 47 cm x 50 µm *capillary* (*Applied Biosystems*). Kemudian mesin sekuensing dijalankan selama 50 menit. Hasil sekuensing dilihat pada layar monitor dan dianalisis dengan *GeneScan 3.7 and Genotyper 3.7 programs* (*Applied Biosystems*) for a Windows NT Platform.

I.6.5 Metode Pengumpulan Data Sekunder

Penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang menjelaskan tentang asal-usul suku bangsa Toraja, sistem kekerabatan yang berlaku di Toraja, serta sejarah dari Ke'te' Kesu' sebagai tempat pengambilan sampel.

Data-data yang menjelaskan mengenai hal tersebut dikumpulkan sebagian besar dari hasil penelusuran keputakaan berupa buku-buku mengenai suku Toraja yang ditulis oleh para sejarawan dan budayawan dari dalam negeri

terutama yang ditulis oleh orang Toraja yang memiliki minat untuk mendeskripsikan kebudayaannya sendiri serta para ahli yang berasal dari luar negeri. Tulisan para ahli ini diperoleh sebagian besar dari hasil penelitian lapangan dengan cara mengumpulkan data hasil wawancara baik itu terarah (sesuai tema tertentu) maupun tidak terarah (pembicaraan tidak formal namun menyinggung tema tertentu) serta hasil observasi atau pengamatan terhadap kehidupan orang Toraja itu sendiri. Tulisan para ahli ini pun didukung oleh hasil penelusuran kepustakaan yang ditulis oleh bekas pegawai dalam negeri pada zaman pemerintahan kolonial dan para penginjil.

Data-data sekunder yang digunakan juga berasal dari catatan-catatan perjalanan ke wilayah Toraja yang dikumpulkan dari *browsing* di internet dan film-film dokumenter maupun video perjalanan mengenai kehidupan masyarakat Toraja yang diunduh dari situs-situs tertentu seperti Youtube dan Vimeo. Data-data dari internet ini pun sebagian besar merupakan hasil wawancara secara terarah maupun tidak terarah dengan para pemuka adat dan orang-orang Toraja yang mengerti mengenai cerita-cerita nenek moyang.

Data-data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini juga tidak terlepas dari informasi-informasi yang peneliti sendiri dapatkan selama beberapa kali mendapatkan pengalaman merasakan kehidupan di Toraja. Pengalaman liburan selama satu bulan dalam dua tahun terakhir yaitu pada tahun 2013 dan 2014, peneliti gunakan untuk melakukan observasi dan pengumpulan data sekunder mengenai kebudayaan Toraja dan mitos-mitos tentang asal-usul nenek moyang melalui wawancara tidak terarah (tidak

formal) dengan orang-orang Toraja yang peneliti temui terutama beberapa kepala lembang/kepala desa dan *to matua* di kampung orang tua peneliti. Selain itu, hasil wawancara salah satu *to parenge'* di Lembang Tadongkon yaitu Bapak B.Sarapang yang juga merupakan pengurus Kuburan Batu Londa membuat peneliti mengetahui adanya hubungan kekerabatan antara Kuburan Batu Londa dengan Kuburan Batu Ke'te' Kesu'.

Data-data mengenai kebudayaan Toraja yang dikumpulkan berbentuk gagasan-gagasan masyarakat yang sebagian besar bersumber dari ajaran nenek moyang yang kemudian disebut sebagai religi orang Toraja yaitu *Aluk Todolo*. Dalam penelitian ini, peneliti melukiskan keterangan-keterangan yang terkait dengan prinsip-prinsip hidup orang Toraja yang didasarkan pada kepercayaan ini. Prinsip-prinsip tersebut dikukuhkan melalui mitos-mitos yang kemudian diturunkan secara *oral tradition* kepada generasi selanjutnya hingga saat ini. Persoalan mengenai benar-tidaknya sejarah yang dituturkan secara *oral tradition* melalui folklor atau mitos yang selalu diucapkan oleh para pemuka adat, *to matua*, dan orang-orang Toraja lainnya bagi peneliti tidak dibahas dalam penelitian ini.

Van Baal (1971 dalam Ihromi, 1981:53) mengatakan bahwa dalam gejala kebudayaan yang berkaitan dengan religi yang perlu dipahami bukanlah mengenai benar-tidaknya kepercayaan itu melainkan apakah gejala kebudayaan tersebut juga dapat dilihat secara universal dalam semua masyarakat manusia. T. Parsons (1972 dalam Ihromi, 1981:54) juga memberikan penjelasan bahwa kepercayaan-kepercayaan masyarakat yang berkaitan dengan religi tersebut

memberikan keterangan dan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang timbul dalam diri manusia akibat pengalamannya dalam berinteraksi dengan alam maupun manusia lain di sekitarnya (Ihromi, 1981:53-54).

Fentress dan Wickham (1992:82 dalam Waterson, 2009:2) menyatakan bahwa “There is no inherent incompatibility between mythology and genealogy, or, indeed, between either of the two and true narrative history [...]. As a rule, oral tradition combines mythology, genealogy, and narrative history rather than holding them apart.” Pemahaman seperti itulah yang sangat penting digunakan dalam memahami kebudayaan orang Toraja yang oleh Waterson disebut *social memory in Toraja*. Peel (1984 dalam Waterson, 2009:4) juga mengatakan bahwa mitos selalu menjadi bagian dari sejarah suatu suku bangsa sehingga untuk menyaring fakta dari mitos adalah tidak mungkin. Pada akhirnya menurut Peel yang didukung oleh penelitian Barnes (1995 dalam Waterson, 2009:4) pada masyarakat Lamalera, di kawasan timur Indonesia membuktikan bahwa kebenaran sejarah dianggap mungkin apabila hal tersebut dapat dibuktikan dengan adanya kesamaan dengan keadaan masyarakat yang bersangkutan di masa sekarang (Waterson, 2009:5).

Berdasarkan inilah maka data-data sekunder berupa mitos maupun folklor masyarakat Toraja yang telah diolah dan dianalisis oleh para ahli melalui buku-buku yang mereka tuliskan sebelumnya saling dikaitkan satu dengan yang lain oleh peneliti dalam penelitian ini sehingga dapat dipahami makna yang terkandung dalam mitos dan folklor tersebut serta bagaimana mitos tersebut menerangkan prinsip-prinsip hidup masyarakat Toraja.

I.6.6 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil analisis mtDNA menggunakan metode PCR berupa *mitomap*. Hasil *mapping* ini kemudian akan dibandingkan dengan urutan *revised Cambridge Reference Sequence* (rCRS) untuk dapat memperoleh analisis varian nukleotida mtDNA pada daerah *Hypervariable segment II* (HVS II). Variasi nukleotida yang diperoleh dari sampel serpihan tulang ini kemudian dideskripsikan dengan mengaitkan pada sistem kekerabatan yang berlaku dalam kehidupan masyarakat Toraja.

