PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
PENGUATAN DAN PENGAJARAN BIOLOGI SEBAGAI ILMU DASAR

ISBN: 978-602-61633-0-1

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HINDU INDONESIA

DENPASAR

2017

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

PENGUATAN DAN PENGAJARAN BIOLOGI SEBAGAI ILMU DASAR

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HINDU INDONESIA

DENPASAR

2017

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL i
TIM PENYUNTING ii
KATA PENGANTAR PANITIA SEMINAR iii
KATA PENGANTAR PENYUNTING iv
SAMBUTAN DEKAN vii
SAMBUTAN REKTOR viii
DAFTAR ISI ix

MAKALAH UTAMA

1. PENELITIAN BIOLOGI BERBASIS DNA MENINGKATKAN APLIKASINYA DI MASYARAKAT: APLIKASI DNA DALAM FORENSIK, BUDAYA DAN KESEHATAN
   I Ketut Junitha 1
2. STRATEGI-STRATEGI BELAJAR: MEMUDAHKAN MEMAHAMI KONSEP BIOLOGI
   Endang Susantini..... 14
3. AKTIVITAS FISIK, STRES OKSIDATIF DAN PENUAAN
   I Nyoman Arsana..... 25

SUB TEMA: PENGAJARAN BIOLOGI

4. PERAN GURU DALAM MELESTARIKAN KEANEKA-RAGAMAN HAYATI BUAH LOKAL
   Ni Wayan Ekayanti, Dewa Ayu Puspawati..... 40
5. FENOMENA LOKAL ASLI INDONESIA SEBAGAI SUMBER BELAJAR DALAM PEMBELAJARAN GENETIKA
   Gusti Ayu Dewi Setiawati, Desak Nyoman Budiningsih..... 46
6. REFERENSI PAKET LENGKAP MEDIA PEMBE-LAJARAN BIOLOGI BERBASIS INTERNET (SEBUAH KAJIAN PUSTAKA)
   I Gede Sudirgayasa, I Ketut Surata, I Made Sudiana..... 55
7. PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK TERHADAP HASIL VIDEO BILINGUAL MAHASISWA UNMAS DENPASAR
   Ida Bagus Ari Arjaya, I Made Diarta 69
8. PENINGKATAN ASPEK KEPEDULIAN LINGKUNGAN BERBASIS MINIKOMPOSTER PADA SISWA SEKOLAH DASAR
   Ni Wayan Ekayanti, Kadek Rahayu Puspadewi ……. 78
9. PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI MATA KULIAH ILMU DASAR KEPERAWATAN I PADA MAHASISWA TINGKAT I PRODI ILMU KEPERAWATAN STIKES BALI

PENELITIAN BIOLOGI BERBASIS DNA MENINGKATKAN APLIKASINYA DI MASYARAKAT: APLIKASI DNA DALAM FORENSIK, BUDAYA DAN KESEHATAN

I Ketut Junitha

Laboratorium Genetika Prodi Biologi F MIPA dan Laboratorium DNA Forensik UPT Forensik
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Bukit, Jimbaran , Kuta Bali
Email: juneth@unud.ac.id

ABSTRAK

Biologi merupakan ilmu dasar yang bertugas untuk mengungkap dan menjelaskan fenomena-fenomena alam yang berkaitan dengan makhluk hidup (hayati). Sebagai pengemban ilmu dasar, biolog akan merespon dengan kata tanya –Apa, Mengapa atau Bagaimana?untuk barang sesuatu yang dihadapi. Menemukan jawaban dari pertanyaan –apa" dan mengapa merupakan tugas utamanya dan untuk apa diserahkan kepada bidang terapan seperti pertanian, peternakan, kesehatan yaitu kedokteran dan kedokteran hewan. Dengan demikian kuatnya ilmu terapan berkait mahkluk hidup harus didukung oleh kuatnya ilmu dasar biologi. Penguatan biologi diperlukan disamping menunjang kuatnya ilmu terapan berbasis biologi juga diperlukan untuk peningkatan bisnis berbasis biologi seperti penyediaan bahan jamu, biopestisida, pupuk biologis, penyediaan antibody monoklonal dan jasa.

Data hasil penelitian DNA dimasyarakat digunakan dalam bidang forensik untuk penelusuran korban meninggal tanpa identitas (Mr/Mrs X), test paternitas juga dapat digunakan sebagai database penelusuran klan atau *soroh* pada masyarakat Bali. Dalam bidang epigenetik penelitian inaktifnya suatu gen akhibat metilasi, asetilasi, ubiquinolasi yang bersifat reversible. Inaktifnya suatu gen dapat menimbulkan penyakit kanker, hipertensi, diabetes dan proses penuaan. Metilasi, asetilasi dan ubiquinolasi DNA dapat dipicu oleh adanya racun, radikal bebas, pola hidup dan stress. Hasil penelitian bidang epigenetik menunjukkan bahwa meditasi dapat mengangtifkan kembali sebanyak 2209 gen-gen yang menyandi proses penuaan (gen aging) akhibat metilasi DNAnya. Yoga, pengaturan pola hidup sehat dan menjaga diri dari perasaan tertekan (stress) dapat menanggulangi akhibat inaktivasi gen-gen oleh adanya metilasi, asetilasi DNA gen dan nukleosom.

Kata kunci: DNA, forensik, klan, epigenetic, metilasi.

PENDAHULUAN

Sebagai ilmu dasar biologi mengemban tugas untuk mengungkap suatu fenomena alam terkait hayati. Seorang biolog akan merespon dengan pertanyaan apa dan mengapa pada setiap barang sesuatu yang dihadapinya. Dengan demikian maka mereka akan melakukan identifikasi terhadap setiap benda yang menarik perhatianya. Untuk melakukan identifikasi diperlukan pengamatan secara morfologi, anatomi, fisiologi sampai ke tingkat molekuler baik pada tingkat DNA atau gen sampai produk-produk serta fungsinya untuk memperoleh karakter atau ciri fisik

fisologinya. Untuk memperoleh hakekat fungsional keberadaan suatu bentuk hidup di suatu habitat atau kawasan diperlukan penelitian inventarisasi. Dari hasil inventarisasi mengenai sebarannya, dominasinya, faktor-faktor fisiko-kimia habitatnya akan diperoleh informasi tentang mengapa mereka ada di tempat tertentu dan bagiamana dan apa perannya. Tidak ada dua tempat di permukaan bumi ini yang memiliki karakter fisiko-kimia yang sama persis dan oleh karenanya setiap bentuk hidup di dua tempat berbeda akan bersifat unik berkaitan dengan adaptasi evolutifnya terhadap faktor fisiko-kimia di habitatnya. Berdasarkan alasan tersebut maka penelitian **Identifikasi** dan **Inventarisasi** merupakan **induk** dari semua penelitian biologi yang merupakan tugas pokok bagi biolog. Tanpa menguasai informasi tentang apa dan mengapa suatu bentuk hidup di suatu tempat kita tidak akan dapat memanfatkan secara maksimal bentuk hidup itu untuk kepentingan kesejahteraan umat manusia maupun keberlangsungan semua isi alam ini. Tidak ada isi alam yang keberadaanya sia-sia sepanjang kita dapat mengungkap informasi yang melekat padanya. Banyak bentuk hidup yang terlanjur punah sebelum kita tahu hakekat keberadaan dan manfaatnya bagi kehidupan termasuk kesejahteraan manusia. Dalam situasi persaingan global siapa yang menguasai informasi akan memenangkan persaingan memperebutkan kemanfaatan sumber daya alam yang ada termasuk sumber daya hayati.

Biologi sel dan molekuler merupakan sarana penggalian informasi biologis pada biologi modern. Seorang biolog dan calon biolog harus menguasi cabang biologi ini untuk dapat menggali informasi tentang karakter setiap benda hayati. Identifikasi mikroba seperti bakteri maupun jamur tidak cukup hanya mendasarkan pada data morfologi maupuun fisiologi. Karakter molekuler seperti variasi sekuen DNA gen penyandi 18S rRNA dan 5SrRNA, variasi sekuen gen penyandi hormone pertumbuhan dll. Seorang biolog yang berkecimpung pada bidang ekologi sekalipun memerlukan kemampuan telaah molekuler karena banyak variasi karakter perilaku yang terkait hormaonal informasinya dapat diketahui dari aktivitas gen penyandinya baik pada tingkat ekspresi pada produk mRNA maupun pada tingkat sekuen DNA. Lebih-lebih dengan perkembangan bidang epigenetik yang mengkaji perubahan fonotipe tanpa terjadinya perubahan DNA penyandinya dan bersifat reversible yang disebut dengan fenotipe plastisitas atau kelenturan fenotipe berkaitan dengan factor lingkungan yang mempengaruhinya.

Penelitian-penelitian aplikasi biologi yang menjadi tugas ilmuwan terapan seperti pertanian, peternakan, kedokteran tentunya akan menjadi lebih baik apabila biolog juga dapat melakukan penelitian ke arah penerapaan informasi hayati untuk kepentingan applikasi atau terapan. Bioteknologi adalah salah satu applikasi bahan biologis untuk kepentingan penyediaan produk makanan, industry maupun jasa (Brown, 1989). Penelitian DNA dalam bidang forensic diperlukan untuk penyediaan database untuk kepentingan identifikasi

maupun untuk pengggunaan statistic dalam uji paternitas. Database DNA disamping untuk mendukung uji statistic dalam miningkatkan nilai test paternitas juga dapat dimanfaatkan dalam penelusuran klan atau yang di Bali dikenal dengan istilah soroh (Junitha, 2007, 2012). Penelitian berbasis DNA diperlukan untuk menggungkap apakah suati penyakit seperti kanker, diabetes, hipertensi disebabkan oleh factor genetik karena mutasi ataupun oleh proses epigenetik dengan adanya metilasi DNA atau asetilasi histonnya (Karachanak-Yankova *et al*. 2015). Data hasil peneletian terkait atau tidaknya suatu penyakit dengan epigenetic akan menentukan terapi yang diperlukan. Meditasi dapat menghentikan aktivitas gen-gen proinflamasi sehingga dapat membantu penyembuhan suatu penyakit yang menimbulkan peradangan (Kaliman et al. 2013)

Dalam makalah ini dibahas tentang peranan penelitian DNA yang diaplikasikan pada bidang forensik, budaya berkaitan dengan penelusuran soroh menggunakan DNA dan kajian DNA pada proses epigenetik.

DNA dan Dasar Genetika Analisa DNA

Struktur untai ganda yang saling berpiling DNA dikemukakan oleh D. Watson dan F. H. C. Crick pada tahun 1953 berdassarkan hasil penelitian defraksi sinar X oleh Fisikawan Inggris M.H. F. Wilkins. Model DNA dengan struktur untai ganda berpilin sangat sesuai dengan susunan basa-basa N yang komplementer antara purin dan pirimidin serta **replikasi** DNA yang bersifat **semi konservatif** (Kornberg, 1974). Penemuan struktur DNA ini memicu perkembangan bidang biologi molekuler.

Setiap organisme yang bereproduksi secara seksual termasuk manusia merupakan hasil dari pembuahan (fertilisasi) antara pronukleus gamet jantan (**spermatozoa**) dan pronukleus gamet betina yang disebut telur (**ovum**). Pembuahan membentuk zigot yang tumbuh dan berkembang menjadi embrio atau janin pada manusia kemudian dilahirkan sebagai bayi pada bulan ke sembilan (Flanagan, 1997). Pada manusia secara normal setiap sel tubuh membawa sebanyak 46 buah kromosom yang masing-masing satu set kromosom (genom) sebanyak 23 buah berasal dari spermatozoa dan 23 buah lainnya berasal dari telur masing-masing bersifat **haploid(n)**. Kromosom tersebut diberi no dari 1 sampai 23 dimana kromosom no 1 – 22 memiliki bentuk dan ukuran yang sama (homolog) disebut **autosom** dan kromosom no 23 disebut **kromosom seks** berjumlah sepasang yaitu kromosom X dan Y. Pada wanita sepasang kromosom seksnya sama yaitu keduanya merupakan kromosom X sehingga memiliki formula kromosom 46XX, sedangkan pada laki-laki memiliki satu kromosom X dan satu kromosom Y dengan formula kromosom 46XY, formula kromosom demikian disebut kromosom dalam keadaan **diploid(2n)** (Mange dan Mange, 1994). **Kromosom Y** diturunkan **dari ayahhanya ke anak laki-lakinya tidak ke anak perempuan**, oleh karena itu pewarisan gen atau DNA pada kromosom Y bersifat **paternal**. Di lain pihak pada manusia juga terdapat **DNA**

ekstra kromosomal yaitu DNA mitokondria (*mtDNA*) yang diwariskan secara **maternal** yaitu **dari ibu ke semua anaknya** baik anak laki-laki maupun perempuan.

Aplikasi DNA Dalam Forensik

Penemuan penting yang sangat berperan dalam perkembangan pemanfaatan DNA dalam forensik ditemukannya perbedaan profil DNA setiap individu oleh **Alec Jeffreys** pada tahun 1984 dan mesin PCR oleh **Kary Mullis** pada tahun 1986. Perbedaan profil DNA antar individu terletak pada jumlah ulangan dari basa-basa bergandeng (*tandem*) disebut sebagai ***variable number tandem repeat*** (***VNTR***). VNTR dibedakan menjadi dua golongan yaitu **minisatelit** bila jumlah basa bergandeng sepuluh basa atau lebih dan ***short tandem repeat*** (**STR**) yang disebut juga **mikrosatelit** bila basa bergandeng berjumlah 2-6 (Jeffreys *et al*., 1985; Hillis *et al*., 1986; Jin *et al*., 1987). Keunikan profil DNA seseorang sama dengan kekhasan sidik jari tangan setiap individu dan oleh karena itu metode yang dikembangkan oleh Alec Jeffreys disebut sebagai **sidik jari DNA**(Jeffreys *et al*., 1985; Lowrie dan Wells, 1991).

Mesin PCR untuk memperbanyak (mengamplifikasi) DNA secara *in-vitro* yang diciptakan oleh **Kary Mullis** pada tahun 1986 mendorong perkembangan berbagai teknik analisis DNA berbasis PCR dengan penanda (marka) genetik seperti Y-STR untuk melacak keturunan berdasarkan garis laki-laki (paternal), DNA mitokondria (mtDNA) untuk melacak keturunan berdasarkan garis ibu (maternal). Analisa DNA berbasis PCR diperlukan ketika kuantitas DNA dari barang bukti seperti dari noda darah pada kain, tembok, noda sperma pada kain, di lantai, akar rambut dapat dianalisis sehingga dapat dijadikan alat bukti yang valid di pengadilan . Hasil analisis DNA diterima sebagai alat bukti di pengadilan Amerika sejak tahun 1990 (Rudin dan Crim, 2002). Sejak itu berbagai negara menggunakan DNA sebagai alat bukti untuk menyelesaikan suatu masalah dimasyarakat baik yang berhubungan dengan tindak pidana maupun masalah lainnya. Dengan penanda mikrosatelit yang primernya bersifat spesifik spesies maka peluang kesalahan interpretasi akibat kontaminasi mikroorganisme sangat kecil. Keuntungan dari penanda DNA mikrosatelit adalah kualitas DNA yang kurang baik seperti terfragmetasi masih dapat memberikan hasil yang baik karena segmen yang diamplifikasi juga pendek dan akurasinya tinggi (Rudin dan Crim, 2002; Kashyap *et al*., 2004; Butler, 2005, Gunn, 2009).

Analisa DNA diperlukan bila terjadi musibah korban masal seperti musibah bom Bali I maupun II, banjir atau tanah longsor, kebakaran, kapal tenggelam dan pesawat jatuh Sukhio dan Air Asia. Dalam kasus seperti itu sering korban tidak bisa dikenali dari properti maupun fisik korbannya. Dalam peristiwa korban masal, penangan identifikasi dilakukan oleh Tim *disaster victim identification* (DVI) yang merupakan unit khusus dari bagian DOKES POLRI. Menentukan identitas korban merupakan tugas inti dan paling krusial dari Tim DVI. Ketepatan penentuan identitas korban dalam

peristiwa apapun akan sangat menentukan penanganan lebih lajut. Identifikasi musibah korban masal dilakukan oleh Tim DVI menggunakan standar baku Interpol yaitu identifikasi dilakukan berdasarkan data primer yaitu: sidik jari, gigi, dan DNA serta data sekunder seperti catatan medik, properti, fotografi. Analisis DNA dilakukan dengan membandingkan profil DNA dari bagian tubuh jasad korban dengan profil DNA keluarga dalam hal ini dapat terhadap kedua orang tua korban, anak biologis atau saudara kandungnya.

Test DNA sangat diperlukan pada kasus perkosaan dengan pelaku lebih dari satu orang lebih-lebih bila terjadi kehamilan dari peristiwa tersebut. Seperti peristiwa perkosaan yang menyebabkan anak siswa SMP hamil tujuh bulan (Bali Express 3 September 2010), demikian juga penyekapan dan perkosaan seorang ABG oleh tujuh laki-laki di Karangasem (Radar Bali, Selasa 18 April 2017). Dalam peristiwa seperti itu maka test DNA akan dapat menyelesaikan baik kasus pidana maupun perdata dari anak yang lahir akan memberikan kepastian siapa ayah biologisnya. Makamah Konstitusi memutuskan bahwa anak yang lahir di luar pernikahan memiliki hubungan perdata dengan ayah biologisnya dengan syarat hubungan darah anak dan ayah biologis itu terbukti berdasarkan tes DNA (Jawa Post, Sabtu 18 Febroari 2012), ketentuan ini tentu berlaku juga untuk bayi hasil perkosaan.

Paternitas yang juga disebut ragu ayah istilah yang digunakan untuk proses pembuktian hubungan genetik antara seorang anak dengan orang tua baik ayah maupun ibunya untuk memastika ayah biologis seorang anak . Hubungan seorang ayah dengan anak adalah berdasarkan keyakinan, hal ini berkaitan dengan saat pasti terjadinya fertilisasi antara spermanya dengan telur dari ibu si anak tidak bisa dipastikan. Oleh karena itu pihak laki-lakilah yang sering meragukan bahwa anak yang dilahirkan oleh pasangannya adalah anak biologisnya dan lebih sering perlu melakukan pembuktian sehingga prosesnya disebut **paternitas**. Analisis DNA untuk paternitas banyak terjadi karena perilaku seksual masyarakat yang banyak melanggar norma dan kesucian lembaga perkawinan antar sepasang suami istri dan hubungan seksul di luar nikah. Test DNA juga diperlukan untuk memastika status seorang bayi yang dibuang . POLRI memastikan bahwa bayi yang diakui sebagai bayi dari pasangan Jaja N dan Syifa N bukanlah ayah dan ibu biologis dari bayi tersebut. Setelah dilakukan tes ulang di Lembaga Eikjman dengan hasil sama bahwa profil DNA pasangan ini tidak cocok dengan profil DNA bayi tersebut maka mereka harus melakukan proses adopsi untuk kejelasan status bayi tersebut yang kemudian diberi nama Cello sesuai dengan nama bayinya yang hilang di Rumah Sakit (Jawa Post, 24 Oktober 2012). Isolasi DNA diperlukan pada orok yang dibuang untuk dapat digunakan menelusuri orang tua biologis dari orok tersebut sepeti kasus pembuangan orok di desa Kerta Gianyar (Bali Express, selasa 25 April 2017).

Tes DNA dilakukan oleh orang luar yang beristrikan orang Indonesia atau lainnya untuk kepentingan mengajukan

status sebagai warga negara bagi negara yang mensyaratkan data DNA sebagai kelengkapan permohonan seperti Negara Inggris yang sudah membuat database DNA untuk seluruh warga negaranya.

Penentuan indentitas MR/MRS X menggunakan analisis DNA sangat diperlukan (Rudin dan Crim, 2002) untuk menghindarkan kesalahan dalam proses selanjutnya seperti salah tangkap maupun salah vonis. Kejadian salah vonis dialami oleh pasangan suami istri Risma dan Rostin di Kabupaten Boalermo Gorontalo yang divonis bersalah telah membunuh anaknya dan dipenjara selama 3,5 tahun yang ternyata anaknya masih hidup (Jawa Post, 10 Juli 2007). Demikian juga yang dialami oleh Kemat cs yang dituduh membunuh Asrori alias Aldo dimana mayat di kebun tebu yang tidak bisa dikenali secara fisik diakui oleh keluarganya sebagai Asrori. Dari pengungkapan kasus pembunuhan berantai di Jombang yang dilakukan oleh Ryan melalui tes DNA, Asrori alias Aldo dibunuh oleh Ryan yang mayatnya dikubur di belakang rumah Ryan dan mayat di kebun tebu adalah Fauzin yang dibunuh oleh Rudi Hartono (Jawa Post 31 Agustus dan 19 Oktober 2008). Dari hasil tes DNA akhirnya Kemat cs dibebaskan dari hukuman dan bahkan Polisanya yang dikenakan sanksi (Jawa Post). Dari kedua kasus salah tangkap dan salah vonis ini semua bermula dari ketidak akuratan penentuan identitas korban yang belum menggunakan data profil DNA untuk menentukan identitas korban. Untuk menghindari salah tangkap dan salah vonis terutama korban yang secara fisik maupun propertinya tidak bisa memastikan identitasnya melalui tes DNA agar kesalahan tangkap dan vonis tidak terjadi. Penggunaan tes DNA pada korban pembunuhan akan dapat menghindarkan orang dihukum untuk perbuatan yang tidak pernah dilakukannya.

Aplikasi DNA dalam Penetuan Profil Genetik Soroh/Klan

Kekerabatan sistem klan yang dikenal sebagai soroh pada masyarakat Bali tetap eksis sampai sekarang. Sistem kekrabatan berdasarkan **klan-klan atau dadia** didasarkan pada garis keturunan laki-laki atau patrilineal (Bagus, 1999, Junitha 2007). Eksistensi kelompok masyarakat Bali berdasarkan soroh sangat menonjol belakang ini yang ditandadi dengan maraknya kegiatan perkumpulan soroh-soroh yang ada. Disamping itu maraknya pembentukan organisasi yang berorientasi pada soroh dan penetapan pura kawitan dari suatu prati sentana. Seperti Catur Sanak Bali Mula Bali yang mengadakan mahasaba II di Klungkung (Radar Bali, 10 Sept 2012), Maha Gotra Tirta Harum (Radar Bali 5 Juni 2006), Prati sentana Sri Nararya Kresna Kepakisan menetapkan Pura yang terletak di banjar Dukuh Gelgel sebagai pura kawitan (Bali Post, 12 Pebroari 2001). Demikia juga dibangunnya pura pedarman baru beberapa klan di kawasan pura Besakih. Dari fenomena ini menunjukkan bahwa sistem klan yaitu kekrabatan yang didasarkan pada sislsilah menjadi lebih menonjol belakangan ini dibandingkan dengan kekrabaan berdasarkan wangsa.

Bagi sebagian besar masyarakat Bali yang beragama Hindu meyakini bahwa baik buruknya kehidupan yang dijalani berkaitan dengan tingkat

penghormatannya terhadap leluhur/ kawitannya. Pura Kawitan adalah tempat pemujaan roh leluhur yang telah disucikan (Soebendi, 1981) oleh kelompok masyarakat (tunggal kawitan) yang berasal dari satu keturunan (Bagus, 1971). Soroh juga memiliki sejarah asal usul yang ditulis dalam bentuk babad dan disimpan sebagai pusaka oleh keturunan utamanya. Pada babad-babad terdapat bhisama yang berisi peringatan agar ingat terhadap kahyangan, bagi yang melupakan akan kekurangan pangan, sering sakit, turun wibawa (Gingsir, 1996). Oleh karena itu setiap keluarga yang sudah tahu sorohnya berusaha dapat bersembahyang ke pura kawitannya. Namun ada sebagian masyarakat Bali yang karena suatu hal tidak tahu sorohnya dan ketika mengalami gangguan pada kehidupannya sering dihubungkan dengan kealpaan sembahyang ke pura kawitannya. Menelusuri kawitan merupakan bagian integral dari kegiatan umat Hindu di Bali (Putra Agung, Bali Post 12 Pebroari 2001). Untuk mencari kawitannya biasanya dilakukan dengan cara *mepeluas* (*nunas baos*) lewat perantaraan dukun yaitu *sedahan* atau *tapakan*. Penelusuran lainnya bisa dilakukan lewat babad bila mereka memiliki informasi tentang perjalanan hidup leluhurnya. Namun kedua cara penelusuran tersebut sering tidak memuaskan dan oleh karena itu perlu dikembangan metode penelusuran secara ilmiah.

Secara umum penentuan soroh seseorang didasarkan pada garis keturunan patrilineal, mengikuti garis keluarga ayah (kepurusa). Namun ada juga anak-anak mengukuti soroh dari garis ibu (predana) bila perkawinan orang tuanya melalui proses nyentana (Bagus, 1999). Dengan sistem patrilineal anak-anak dari pasangan yang berbeda soroh akan mengikuti soroh ayahnya. Apabila setiap soroh benar diturunkan dari satu asal (tunggal kawitan) atau leluhur yang sama maka akan ada kemiripan profil DNA dari anggota-anggota setiap soroh. Penanda genetik DNA mikrosatelit kromosom-Y yang diwariskan dari ayah ke anak laki-laki saja dan demikian seterusnya sangat tepat digunakan sebagai alat penelusuran. DNA kromosom-Y spesifik adalah bagian kromosom Y yang tidak mengalami rekombinasi dalam proses replikasi DNA sehingga gen/ DNA keturunan laki-laki tidak akan dicampuri oleh gen/DNA dari pihak perempuan atau ibu.

Penanda DNA mikrosatelit memiliki kecepatan mutasi yang relatif tinggi sehingga dapat digunakan melihat perbedaan antar kelompok masyarakat (Bowcock, *et al*, 1984; Slatkin, 1985; Jin *et al*., 1997). Variasi yang terjadi antar anggota pada satu soroh semata-mata disebabkan oleh proses mutasi. Mutasi pada Penanda DNA mikrosatelit terjadi karena slip replikasi yang biasanya terjadi dalam satu langkah dari ulangan/ motif disebut *one step mutation*. Pola mutasi seperti ini akan menghasilkan alel-alel baru dengan penambahan atau pengurangan satu motif basa bergandengnya (Goldstein *et al*., 1995; Chakraborty *et al*., 1997). Misalnya DNA induk memiliki alel dengan panjang basa 160pb untuk motif tetranukleotida (empat-empat basa) maka mutasinya akan menghasilkan alel dengan panjang

164pb atau 156pb. Dengan demikian antara profil DNA induk tidak akan jauh berbeda dibandingkan dengan keturunannya. Untuk kepentingan penelusuran kawitan digunakan kombinasi alel-alel dari lokus-lokus pada DNA mikrosatelit yang akan menghasilkan tipe haploid atau **haplotipe**. Profil DNA dalam haplotipe masing-masing individu digunakan untuk melihat jauh dekatnya hubungan kekerabatan satu orang dengan orang lainnya.

Penelitian menentukan karakterisasi genetik pada soroh Pasek Bali Mula atau Catur Sanak telah dilakukan mulai tahun 2006-2007, 2011 dan 2012. Soroh Catur Sanak yaitu Kayu Selem, Celagi, Kayuan dan Terunyan merupakan keturunan dari Empu Kamareka (Riana, 2011). Dari hasil penelitian yang dilakukan pada Soroh Catur Sanak Bali Mula dengan menggunakan empat penanda mirkosatelit kromosom-Y yaitu DYS19, DYS390, DYS393 dan DYS395 secara keseluruhan diperoleh sebanyak 35 ragam haplotipe yang diberi nomor dari 1 sampai 35 seperti yang disajikan pada Tabel 1. Ragam haplotipe paling sedikit ditemukan pada soroh Celagi yaitu sebanyak lima ragam yaitu haplotipe 8, 16, 17, 28, 29. Sebanyak 84 % sampel laki-laki memiliki haplotipe 16 dan kemungkinan ini merupakan haplotipe asli leluhur soroh Celagi dan dari penelitian ini diperoleh semua sampel dari masyarakat soroh Celagi desa Pedahan memiliki haplotipe 16.

Pada masyarakat Soroh Terunyan ditemukan sebanyak sembilan ragam haplotipe yaitu haplotipe 1, 5, 7, 15, 18, 19, 26, 32, dan 35. Dari sampel masyarakat laki-laki Terunyan sebanyak 50 persen memiliki haplotipe 15. Haplotipe 15 juga ditemukan pada masyarakat Bali Mula Sembiran (Junitha, 2004). Pada soroh Kayu Selem dan Kayuan masing-masing memiliki sebanyak 12 ragam haplotipe, soroh Kayu Selem memiliki haplotipe 2, 4, 10, 11, 14, 20, 21, 24, 25, 30, 31, dan 34, sedangkan pada soroh Kayuan terdapat haplotipe 3, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 22, 23, 27, dan 29, data haplotipe dan frekuensinya disajikan pada tabel 1.

Dari tabel data haplotipe tersebut nampak bahwa Soroh Terunyan tidak memiliki hubungan haplotipe (genetik) dengan ke tiga soroh lainnya dalam Soroh Catur Sanak. Hal ini mungkin berkaitan dengan ceritra rakyat bahwa masyarakat Terunyan bukanlah keturunan dari Nyoman Terunyan karena tidak memiliki keturunan dan penguasa Terunyan berasal dari kerajaan Gelgel (Danandjaja, 1977). Masyarakat Terunyan terbentuk dari berbagai sumber genetik (Danandjaja, 1977; Junitha, 2004). Dadia Kayu Selem di Terunyan merupakan varian tersendiri tidak temasuk dalam 12 ragam haplotipe soroh Kayu Selem secara keseluruhan di Bali. Untuk tingkat lokal Terunyan dadia Kemulan yang memiliki leluhur laki-laki dari Kayu Selem didukung oleh data DNA karena kedua dadia tersebut memiliki profil DNA (haplotipe) sama yaitu haplotipe 26 dengan kombinasi alel 200, 211, 133, 123 (Junitha dan Sudirga, 2007; Junitha dkk, 2009).

Tabel 1
Ragam haplotipe dan frekuensinya pada soroh Kayu Selem, Celagi, Kayuan dan Terunyan

NO	Haplotipe	Kombinasi alel-alel lokus DYS19DYS390DYS393DYS395	Kayu Selem	Celagi	Kayuan	Terunyan
1	1	200 203 125 123				0,03
2	2	200 203 129 115	0,05			
3	3	200 203 129 131			0,07	
4	4	200 203 133 119	0,03			
5	5	200 203 133 123				0,08
6	6	200 203 133 131			0,13	
7	7	200 207 125 115				0,03
8	8	200 207 125 127		0,06	0,04	
9	9	200 207 125 131			0,02	
10	10	200 207 129 115	0,16			
11	11	200 207 129 119	0,03		0,02	
12	12	200 207 129 127			0,16	
13	13	200 207 129 131			0,39	
14	14	200 207 133 119	0,05			
15	15	200 207 133 123				0,50
16	16	200 207 133 131		0,84	0,11	
17	17	200 207 133 135		0,03		
18	18	200 207 137 123				0,03
19	19	200 207 137 127				0,10
20	20	200 211 129 115	0,22			
21	21	200 211 129 119	0,05			
22	22	200 211 129 127			0,02	
23	23	200 211 129 131			0,02	
24	24	200 211 133 115	0,03			
25	25	200 211 133 119	0,24			
26	26	200 211 133 123				0,02
27	27	200 211 133 131			0,02	
28	28	204 203 133 131		0,03		
29	29	204 207 129 115			0,02	
30	30	204 207 129 119	0,03			
31	31	204 207 133 119	0,08			
32	32	204 207 133 123				0,03
33	33	204 207 133 131		0,06		
34	34	204 211 133 119	0,03			
35	35	204 211 133 123				0,03
		Ragam Haplotipe	12	5	12	9

Penelitian pada soroh brahmana Siwa dan budha diperoleh sebanyak sembilan ragam haplotipe , sebanyak enam ragam pada Brahmana Siwa dan tiga pada Budha yang tidak terdapat haplotipe di ke dua kelompok brahmana tersebut (Junitha dkk, 2014).

Untuk dapat digunakan sebagai alat penelusuran kawitan penanda DNA mikrosatelit kromosom-Y perlu teliti

pada banyak soroh yang ada dan penambahan lokus yang digunakan sehingga database profil DNA untuk soroh-soroh sudah lengkap. Penanda SNPs (single nucleotide polimorphism) yang berbasis sekuensing perlu digunakan yang biasa digunkan untuk menelusuri asal usul etnis (Gunn, 2009). Penggunaan Database DNA merupakan dimensi ke III dalam penelusuran kawitan dimaksudkan untuk memperkuat keyakinan hasil penelusuran kawitan benar adanya.

Epigenetik dan Kesehatan

Epigenetik yang secara harfiah berarti di atas gen adalah bidang ilmu yang menelaah perubahan ekspresi gen yang diturunkan (herediter) karena pengaruh lingkungan dan tidak terkait dengan perubahan sekuen basa-basa DNA suatu gen (Rettner, 2013). Perubahan ekspresi gen akhibat proses epigenetik bersifat reversible. Ada tiga komponen perubahan dalam proses epigenetic yaitu metilasi DNA, modifikasi histon dan RNA *silencing*. Metilasi DNA dapat menimbulkan perubahan ekspresi gen melalui on/of gen mengaktifkan atau inaktifkan gen dan juga dapat menaikkan atau menurunkan (up/down) ekspresi gen. *Silencing* gen terkait miRNA (mikro RNA) yang menyebabkan ekpresi gen terblokir dan modifikasi histon dengan asetilasi menyebabkan pemadatan nukleosom sehingga gen menjadi tidak dapat diekspresikan karena berada dalam pengepakan yang padat (Al-Haddad *et al*. 2016).

Berbeda dengan proses epigenetik, proses ekspresi pada fungsi gen yang normal adalah mengikuti prinsip dogma sentral dimana proses ekspresi gen berjalan linier mulai dari DNA melalui transkripsi membentuk mRNA yang kemudian ditranslasi menjadi protein untuk selanjutnya melakukan fungsi biologisnya menghasilkan pruduknya yang dapat dilihat dalam fenotipe. Sedangkan pada epigenetik interaksi antara gen dan lingkungan dimana terjadi saling pengaruh bidireksional. Eskpresi gen mengalami perubahan tanpa tanpa perubahan sekuen DNA dari suatu gen akhibat metilasi DNA basa sitosin (C) ujung 5‘ pada dinukleotida CpG atau trinukleotida CpNpG. Proses metilasi dilakukan oleh protein DNA methyl transferase (DMTs) (Characanak-Yankova *et al*. 2015 , Al-Haddad , 2016, Santoso, 2014).

Penelitian epigenetik pada penyakit diabetes mellitus tipe 2 (T2DM) ditemukan terjadinya metilasi situs CpG oleh metil-CpG-biding domain protein 2 (*MBD2*) ditemukan ekspresi gen MBD2 10,4 kali lebih tinggi pada pasien diabetes tipe 2 dibandingkan dengan control, serta terjadi peningkatan metilasi yang signifikan pada gen lainnya yaitu ; Prdx2 dan SCARA3 (Karachanak-Yankova). Penelitian melihat pengaruh epigenetic pada diabetes mellitus tipe 2 juga dilakukan oleh Al-Haddad (2016) dengan melihat metilasi pada DNA maupun asetilasi pada histon. Kekurangan vitamin B12 dan B9 dan metionin pada periode pra konsepsi pada ibu dapat menyebabkan

resiko obesitas, diabetes mellitus dan respon
imun berkurang akibat epigenetic hipometilasi pulau CpG (Rustanti, 2012).

Efek epigenetic dari beberapa penyakit seperti kanker, diabetes mellitus tipe 2 dan hipertensi dapat ditanggulangi dengan terapi yoga dan meditasi. Penyekit-penyakit karena proses epigenetik tersebut disebabkan oleh makanan, racun yang masuk ke dalam tubuh serta pola hidup yang tidak sehat, dan juga stress. Terapi meditasi pada manula dengan hipertensi primer dapat menurunkan stress fisik dan psikososial (Harmilah dkk. 2011). Meditasi perhatian penuh yang dilakukan pada pasien dangan penyakit menua yaitu dengan membangkitkan kembali 2209 gen yang menyandi protein yang berperan dalam penanggulangan stress oksidaif (Tim Harvad university).

Dengan demikian untuk menjaga gen tetap normal dan menangggulangi atau terapi penyekit epigenetic dapat dilakukan dengan menjaga pola hidup, asupan makanan sehat, mengurangi stress, menjaga perilaku dan interaksi sosial, sosial relegius yang baik, bedoa beryoga dan meditasi. Dengan cara itu maka DNA dari gen-gen akan terhindar dari proses metilasi, asetilasi yang menimbulkan perubahan ekspresi gen atau epigenetic.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Haddad R. Karnib. N., Assad RA. Bilen Y., Emanuael N., .. Sleiman SF. 2016.

Bagus I G N. 1999. Kebudayaan Bali. Dalam Manusia dan kebudayaan di Indonesia. Kuntjaraningrat. Penerbit Djambatan. Hal: 286-306.

Bowcock AM. Ruaiz-Linares A. Tomfohrde J. Minch E. Kidd JR. & Cavalli-Sforsza. 1984. High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature*. 368:455-457

Butler, J. M. 2006. Forensic DNA Typing: Biology, Technology and Genetic of STR. Second edition. Elsevier Academic Press. Amsterdam, New York.

Chakraborty R. Kimmel M. Stivers D.N. Davison L.J. and Deka R. 1997. Relative mutation rates at di-, tri-, and tetranucleotida microsatellite loci. *Proc. Nat. Acad. Sci.* USA. 94(3):1041-1046

Flanagan G. L. Awal Kehidupan. Alih bahasa Ediati Kamil & Gianto Widianto. Arcan. Jakarta.

Gingsir I N J. Babad Bali Agung Seri K. G. P. Bendesa Manik Mas. Yayasan Diah Tantri. PT. Penebar Swadaya Jakarta.

Gunn A. 2009. Essential Forensic Biology. 2nd Edition. Wiley-Blackwell.West Sussex, UK.

Halimah, E. Nurachman, D. Gayatri. 2011. Penurunan stress fisik dan psikososial melalui meditasi pada lansia dengan hipertensi. Jurnal Keperawatan Indonesia. 14 (1): 56-64

Hillis D.M., Moritz C. , Mable B.K. 1996. Molecular Systematics 2nd ed. Sinauer Assosiates, Inc. Publisher. Sunderland USA.

Jeffreys A., V. Wilson, S. L. Thein. 1985. Hypervariable ―minisatellite" region in human DNA. Nature. 314: 67-73.

Jin L., P.A. Underhill, M. Bauncristiani and J.M. Robertson. 1997. Defining microsatellite Alleles by Genotyping Global Indigenous Human Population

and Non Human Primates. *J. Forensic Sci*. 42(3): 496-499.

Junitha I K. M Pharmawati and W Rosiana. 2012a. Genetic Diversity of Sorog Celagi (Pasek Catur Sanak Clan) Based on Y-Chromosomal Microsatelites DNA. 4th International Conferences on Biosciences and Biotechnology. Denpasar, Bali: 20-21 September 2012.

Junitha I K. 2007. Penggunaan DNA Mikrosatelit untuk Penelusuran Kawitan Pada Soroh-soroh Masyarakat Bali. Jurnal Biologi. XI(2): 50-54

Junitha I K. 2010. Ragam Alel Tujuh Lokus Tetra Nukleotida Mikrosatelit Autosom pada Masyarakat Bali Aga Tenganan Pegringsingan Karangasem Bali, Dalam rangka Dies Jurusan Biologi FMIPA ITS Surabaya 6 Nopember 2010

Junitha I K. dan I B Alit. 2011. Ragam Alel Mikrosatelit DNA Autosom pada Masyarakat Bali Aga Desa Sembiran kabupaten Buleleng Bali. Biota. 16(1): 63-69

Junitha I K. dan N. L. Watiniasih. 2012. Karakterisasi Genetik Soroh Kayuan, Brahmana Siwa, dan Pande untuk Pemebuatan Database DNA Klan-klan Masyarakat Bali. Laporan penelitian tahun pertama Hibah Unggulan Udayana.

Junitha I K. dan S. K. Sudirga. 2007. Variasi DNA Mikrosatelit Kromosom Y pada Masyarakat Bali Mula Terunyan. HAYATI Journal Biosciences. 14 (2): 59-64

Junitha I K. S.K. Sudirga dan M. S. Wijana. 2009. Variasi Genetik DNA Mikrosatelit Kromosom-Y Soroh Pasek kayu Selem di Bali. Berkala Penelitian Hayati. Edisi Khusus No 3A: 39-43.

Junitha I K., N. L. Watiniasih, N. L. P. R. Puspitha dan I. A. G. M. Astarini. 2012b. Ragam Alel Tiga Lokus Penanda DNA Mikrosatelit Koromosom-Y Masyarakat Klan Kayuan di Bali. Seminar Nasional — Biodiversitas —, Konservasi Keanekaragaman Hayati Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Indonesia. UNS, Surakarta 10 November 2012.

Karachanak-Yankova, R. Dinova...I. Dinova. 2015. Epigeneic alteration in patients with Type 2 diabetes mellitus. Balkan. J. Med Genet. 18(2): 15-24

Karshyap V.K, Silataximi, S.T., Chattopadhyay, P. and Trivedi, R. 2004. DNA Profiling Technologies Forensic Analysis. Int. Hum. Genet. 4(1):11-30

Kornberg A. 1974. DNA Synthesis. W.H. Freeman and Company. San Francisco.

Lowrie P dan S. Wells. 1991. Genetic Fingerprinting. New Scientist. 52: 1-4.

Retner R. Epigenetics: Definition and Examples. 2013. Live Science. June .2013

Riana K. 2011. Lalintih Sang Catur Sanak Bali: Kayu Selem, Celagi, Tarunyan, Kaywan Balingkang , Lan Warga Bali Aga. YYasan Tan Mukti Palapa Bali. Gianyar Bali.

Rudin, N. and Crim, K.I.M. 2002. An Introduction to Forensic DNA Analysis, 2nd Ed. CRC Press. New York. Dan Hypertention in Adult Progeny. J. Kefarmasian Indonesia. 2(2): 83-87

Rustanti, L. 2013. Deficiency of Vitamine B12, Folat dan Metionine During Preconception Periode Caused Altered Imune resistence, Obesity, Insulin Resistance

Santoso D. 2014. Produk Bioteknologi, Rekayasa Genetik. Mimbar Perkebunan. . 24 Maret 2014.

Slatkin M. 1995. A Measure of Population Subdivision Base on Microsatellite alleles Frequencies. *Genetics*. 139: 457-462

Soebandi K. 1981. Pura Kawitan/Pedharman dan Penyungsungan Jagat. Kayumas. Denpasar.