

## Piawaian dan Garis Panduan Untuk Analisis Forensik Hidupan Liar

[Moore, M. Katherine et al. "The Society for Wildlife Forensic Science Standards and Guidelines." \*Forensic science international. Animals and environments\* 1 \(2021\): 100015.](#)

---

### 1.0 Skop

Dokumen ini memberikan standard minimum dan panduan tambahan untuk penganalisis forensik hidupan liar dalam sub disiplin DNA (bahagian 4), morfologi (bahagian 5), dan analisis kimia untuk pengenalan kayu (bahagian 6). Dokumen ini juga merangkumi amalan makmal yang baik, pengendali bukti, dan latihan yang penting untuk semua makmal forensik. Ini juga merangkumi pertimbangan kritikal mengenai filogeni, taksonomi, dan koleksi rujukan yang khusus untuk sains forensik hidupan liar.

### 2.0 Definisi

*Catatan: Definisi ini diaplikasikan untuk semua Piawaian dan Garis Panduan. Definisi khusus, jika berkaitan, akan terdapat di bahagian masing-masing.*

**2.1 Ketepatan** - Keupayaan untuk mendapatkan hasil yang betul, misalnya, tahap kesesuaian kuantiti yang diukur kepada nilai sebenar (benar).

**2.2 Tinjauan Pentadbiran** - Penilaian laporan dan dokumentasi sokongan untuk konsisten dengan dasar makmal dan untuk kebenaran editorial.

**2.3 Penganalisis** - Seorang individu yang melakukan dan / atau mengarahkan analisis sampel kerja forensik, menafsirkan data, mencapai kesimpulan, dan / atau mengeluarkan laporan mengenai kesimpulan.

**2.4 Rancangan Analisis** - Suatu rancangan untuk kaedah analisis yang akan diterapkan dalam suatu kes, bergantung pada pertanyaan forensik, teknologi yang ada, pemeliharaan bukti dan nilai hasil analisis. Biasanya didokumentasikan sebagai SOP khusus makmal (lihat di bawah). Semua rancangan analitik tidak standard (misalnya, untuk pekerjaan dengan jenis bukti baru) perlu didokumentasikan dalam fail kes.

**2.5 Rantai penjagaan** - Dokumentasi kronologi atau jejak kertas, menunjukkan penyitaan, jagaan, kawalan, pemindahan, analisis, dan pelupusan bukti.

**2.6 Kompetensi** - Demonstrasi kemahiran teknikal dan pengetahuan yang diperlukan untuk melaksanakan tugas tertentu.

**2.7 Pengumpulan yang Diuruskan** - Kumpulan bahan rujukan yang diperoleh dan dikekalkan dengan data yang berkaitan mengikut standard kawalan kualiti yang jelas.

- 2.8 Garis Panduan** - ini tidak wajib, tetapi mewakili "senario kes terbaik" bagi penganalisis dan makmal dengan kaedah untuk mencapainya. Makmal yang kadang-kadang menghadapi kes forensik mungkin tidak dapat melaksanakan semua panduan. Walau bagaimanapun, makmal forensik hidupan liar khusus harus mempertimbangkan pelaksanaan garis panduan.
- 2.9 Diketahui** - Dalam konteks bukti, bahan di mana karakter yang disiasat (misalnya, Identiti individu, sumber geografi) tidak dapat dipertanyakan. Ini berfungsi sebagai asas perbandingan dengan bahan yang dipersoalkan untuk tujuan persepadan individu.
- 2.10 Identifikasi** - Analisis untuk menentukan klasifikasi taksonomi sampel. Analisis ini dibuat berdasarkan diagnostik karakter kelas untuk tahap taksonomi yang dimaksudkan.
- 2.11 Individualisasi** - Menganalisis yang mencuba memadankan soalan untuk sampel yang diketahui untuk mengecualikan semua yang lain.
- 2.12 Makmal** - Entiti yang menyediakan analisis, termasuk kakitangan dan kemudahan fizikal.
- 2.13 Ketepatan** - Tahap persetujuan bersama antara satu siri pengukuran, nilai, dan/atau hasil individu.
- 2.14 Bahan Rujukan** - Spesimen biologi identiti atau data yang diketahui berasal dari mereka, atau dari sumber yang diterbitkan. Spesimen bucar adalah sekumpulan bahan rujukan yang mempunyai identiti yang diketahui, disusun dengan data yang relevan seperti asal geografi, tahap sejarah kehidupan, dan seks.
- 2.15 Prosedur Operasi Standard (SOP)** – Dokumentasi bertulis yang dikekalkan oleh makmal termasuk dasar makmal, prosedur teknikal dan protokol atau kaedah analisis untuk prosedur forensik tertentu. SOP adalah dokumen kawalan dengan mekanisme untuk memastikan bahawa kandungan adalah semasa dan diberi kuasa, bahawa versi terdahulu atau ketinggalan zaman diarkibkan untuk rujukan, dan bahawa SOP dilaksanakan di makmal.
- 2.16 Standard** - Amalan minimum mandatori yang diperlukan untuk memastikan bahawa penganalisis menghasilkan penemuan analisis yang tepat dan tepat, dan menyampaikan penemuan ini dengan cara yang tidak berat sebelah, objektif. Sesetengah piawaian disertakan dengan kaedah untuk menilai ketepatan dan objektiviti, contohnya, menjejaki prestasi reagen dan peralatan, atau melalui semakan teknikal produk dan laporan analisis. Piawaian tidak boleh dirunding, dan setiap penganalisis hendaklah mematuhi mereka sama ada di makmal penyelidikan atau kemudahan forensik yang berdedikasi. Piawaian dan garis panduan boleh diubahsuai sebagai tindak balas kepada maklumat, inovasi dan perspektif baru.
- 2.17 Kajian Teknikal** – Penilaian laporan, nota kes, data, dan dokumen lain untuk memastikan terdapat asas yang sesuai dan mencukupi untuk kesimpulan saintifik.
- 2.18 Pengesahan** – Proses melaksanakan satu set eksperimen yang mewujudkan kebolehpercayaan teknik atau prosedur atau pengubahsuaiannya. Pengesahan

kaedah menunjukkan bahawa kaedah analisis boleh diterima untuk tujuan yang dimaksudkan.

### **3.0 Piawaian dan Garis Panduan Umum**

#### **3.1 Latihan dan Kakitangan.**

- 3.1.1 Piawai: Setiap makmal hendaklah mempunyai Prosedur Operasi Standard (SOP) untuk latihan pekerja yang berpengalaman dan tidak berpengalaman, menggabungkan piawaian yang diterangkan di bawah.
- 3.1.2 Piawai: Setiap makmal yang menjalankan analisis forensik hidupan liar hendaklah mempunyai kod etika di mana semua kakitangan mesti mematuhi. Ini termasuk kenyataan yang jelas bahawa semua kakitangan makmal hendaklah menjalankan kerja mereka dengan cara yang profesional, sulit, dan tidak berat sebelah.
- 3.1.3 Garis Panduan: Semua penganalisis dan penyelia perlu mempunyai program latihan yang didokumenkan.
- 3.1.4 Piawai: Sebelum memikul tugas bebas, semua anggota makmal yang mengendalikan bukti harus mempunyai latihan yang merangkumi:
  - 3.1.4.1 kesihatan dan keselamatan di sekitar spesimen biologi
  - 3.1.4.2 rantai hak jagaan
  - 3.1.4.3 pemindahan, penyimpanan, dan pemrosesan bukti yang selamat
- 3.1.5 Piawai: Sebelum menjalankan kerja kes bebas dalam kaedah tertentu, setiap penganalisis hendaklah menunjukkan kecekapan dalam kaedah itu, disahkan oleh ujian buta.
- 3.1.6 Garis Panduan: Sebelum menjalankan kerja kes bebas, latihan penganalisis hendaklah merangkumi:
  - 3.1.6.1 berat sebelah kognitif
  - 3.1.6.2 latihan dalam undang-undang yang berkaitan
  - 3.1.6.3 keterangan saksi pakar

#### **3.2 Pengendalian Bukti**

- 3.2.1 Piawai: Makmal hendaklah mempunyai Prosedur Operasi Standard (SOP) untuk memastikan integriti bukti semasa penyimpanan, pemrosesan, pemeriksaan, dan pada setiap masa, menangani:
  - 3.2.1.1 penerimaan bukti
  - 3.2.1.2 kriteria penerimaan

- 3.2.1.3 penjejakan
  - 3.2.1.4 simpanan
  - 3.2.1.5 pemindahan
  - 3.2.1.6 post-analysis disposition
  - 3.2.1.7 pencegahan kehilangan bukti
  - 3.2.1.8 pencegahan daripada tercemar
  - 3.2.1.9 pencegahan daripada gangguan
- 3.2.2 Piawai: Bukti dan data yang diperoleh hendaklah disimpan dan dianalisis dengan cara yang terkawal dan terjamin pada setiap masa.
- 3.2.2.1 Bukti fizikal hendaklah dikekalkan dalam storan berkunci.
  - 3.2.2.2 Data digital hendaklah disimpan di lokasi yang selamat dan terhad.
- Nota: Akses terkawal termasuk storan bukti berkunci, sekatan ke ruang analisis forensik, dan perlindungan data digital. Akses kepada bukti oleh kakitangan bukan forensik hendaklah dengan pengiring atau di bawah pengawasan pada setiap masa.
- 3.2.3 Piawai: Rantaian jagaan hendaklah dikekalkan.
  - 3.2.4 Piawai: Semua bukti hendaklah ditandakan dengan pengecam unik dan tandatangan atau inisial semua yang mengendalikan bukti.
  - 3.2.5 Piawai: Sebahagian daripada setiap sampel bukti hendaklah dikekalkan, seboleh mungkin, untuk membolehkan analisis bebas masa depan yang mungkin.
  - 3.2.6 Piawai: Bukti tertakluk kepada perubahan fizikal yang ketara secara keseluruhan atau sebahagian untuk membantu pengenalpastian (contohnya, bahagian-bahagian yang dikeluarkan untuk penganalisis molekul, rangka) hendaklah difoto sebelum pengubahsuaian.
  - 3.2.7 Piawai: Apabila mengubah bukti secara fizikal untuk tujuan analisis, pertimbangan yang teliti hendaklah diberikan kepada kesan perubahan(-pengubahsuaian) mungkin berketukuan pada analisis berikutnya.
  - 3.2.8 Garis Panduan: Jika pertukaran yang akan menjejaskan analisis seterusnya adalah perlu, pihak yang berkaitan perlu dirujuk.
  - 3.2.9 Piawai: Aliquots/kelompok reagen berasingan hendaklah digunakan untuk penyelidikan dan kerja kes.
  - 3.2.10 Piawai: Penyelidikan dan sampel kerja kes hendaklah dipisahkan secara fizikal atau sementara apabila diproses pada instrumen yang sama.

### 3.3 Peralatan dan Kaedah

- 3.3.1 Piawai: Instrumen mesti diperiksa prestasinya sebelum digunakan dalam menganalisis sampel kerja kes. Ini dapat dicapai dengan menganalisis sampel perwakilan (sampel jenis kes, kawalan positif) dan menilai sama ada hasil yang diharapkan dapat dicapai. Pemeriksaan prestasi sedemikian hendaklah dilakukan:
  - 3.3.1.1 apabila instrumen baru dibawa ke dalam perkhidmatan
  - 3.3.1.2 selepas itu secara tetap (sekurang-kurangnya sekerap yang ditunjukkan oleh pengeluar instrumen)
  - 3.3.1.3 setelah instrumen dipinjamkan
- 3.3.2 Piawai: Makmal hendaklah mempunyai Prosedur Operasi Standard (SOP) untuk semua kaedah analisis, termasuk pengesahan makmal baru dan kaedah analisis data.
- 3.3.3 Piawai: Kaedah analisis yang digunakan dalam kerja kes hendaklah disahkan sebelum digunakan.
- 3.3.4 Standard: Penggunaan kaedah analisis yang diperoleh daripada prosedur yang disahkan di makmal lain atau daripada kaedah yang diterbitkan dalam literatur peer-review hendaklah menjalani pengesahan dalaman. Pengesahan hendaklah menjadi lebih ketat dan terperinci untuk mengesahkan bahawa keputusan analisis yang dijangka boleh dicapai di makmal ujian sebelum kaedah digunakan dalam kerja kes.
- 3.3.5 Garis Panduan: Kriteria pengesahan berikut perlu ditangani jika perlu:
  - 3.3.5.1 Kajian kesusasteraan bagi isu yang berkaitan. Senarai rujukan yang berkaitan hendaklah tersedia.
  - 3.3.5.2 Ketepatan analisis. Ketepatan boleh ditentukan dengan menganalisis sampel kawalan yang dapat dikesan.
  - 3.3.5.3 Ketepatan analisis: Ketepatan boleh ditentukan dengan ujian berulang sampel yang diketahui.
  - 3.3.5.4 Kekhususan analisis: Kekhususan dapat dinilai dengan analisis individu dari spesies atau populasi yang berkaitan tetapi tidak menjadi sasaran, kemungkinan spesies pencemar, atau subspecies. Sumber alternatif (jenis tisu atau substrat) juga boleh diuji.
  - 3.3.5.5 Batasan untuk penafsiran yang tepat (contohnya., Pencemaran dalam campuran darah, substrat, pencemaran kulat atau patogen, dll.) Harus dikenal pasti dan dinilai.
- 3.3.6 Garis Panduan: Adalah penting bahawa rancangan untuk analisis makmal adalah jelas, dan di mana ini tidak didokumenkan dalam SOP (contohnya,

untuk jenis sampel novel atau soalan) pelan analisis berasingan perlu dirumuskan untuk dimasukkan dalam nota kes, dengan sebarang penyelewengan daripada pelan ini didokumenkan sepenuhnya.

### **3.4 Bahan rujukan dan Koleksi**

- 3.4.1 Piawai: Makmal yang menjalankan analisis forensik hidupan liar hendaklah mengekalkan atau mempunyai akses kepada bahan rujukan dalam koleksi yang diselenggarakan.
- 3.4.2 Piawai: Makmal mesti mempunyai SOP yang merangkumi dikurasi dan pemeliharaan setiap jenis bahan rujukan biologi yang digunakan untuk pengenalan taksonomi. Topik yang akan dibahas merangkumi:
  - 3.4.2.1 Prosedur dokumentasi dan kurasi
  - 3.4.2.2 Perlindungan bahan daripada degradasi
  - 3.4.2.3 Senarai pihak berkuasa taksonomi yang digunakan semasa
- 3.4.3 Piawai: Spesimen dan pangkalan data yang digunakan dalam kerja kes hendaklah dikenalpasti dan didokumenkan secara unik dalam kes fail.
- 3.4.4 Piawai: Identiti bahan rujukan biologi mesti disahkan sebelum ia digunakan dalam kerja kes. Pengesahan spesimen morfologi dibuat dengan merujuk kepada spesimen yang disahkan di tangan, kepada spesimen dalam koleksi sejarah semula jadi yang lebih besar (contohnya, muzium utama), atau kepada kesusasteraan profesional (contohnya, monograf taksonomi, kekunci pengenalan, atau panduan bidang).
- 3.4.6 Piawai: Laporan pengenalan taksonomi hendaklah merangkumi nama saintifik yang diterima semasa.
- 3.4.7 Piawai: Pendapat yang berwibawa (literatur atau pangkalan data yang diterbitkan) hendaklah digunakan untuk menentukan sama ada klasifikasi taksonomi diterima secara saintifik.
- 3.4.8 Garis Panduan: Penganalisis makmal perlu bersedia untuk menyebut orang yang berkuasa taksonomi yang digunakan untuk semua klasifikasi dalam laporan mereka.
- 3.4.9 Garis Panduan: Setiap penganalisis hendaklah bersedia untuk menangani sinonim dan isu-isu taksonomi yang berpotensi.
- 3.4.10 Garis Panduan: Penentuan subspecies taxa liar hanya perlu dicuba dengan data yang tepat mengenai asal geografi, dan dengan pengetahuan tentang pengagihan subspecies yang diterima sekarang.

### **3.5 Dokumentasi Kes**

- 3.5.1 Standard: Fail kes hendaklah merangkumi yang berikut:
  - 3.5.1.1 rantai hak jagaan
  - 3.5.1.2 permintaan penyerahan
  - 3.5.1.3 nota catatan penganalisis makmal (bench notes).
  - 3.5.1.4 lokasi apa saja data elektronik
  - 3.5.1.5 dokumentasi dari ulasan teknikal
  - 3.5.1.6 laporan akhir
- 3.5.2 Garis Panduan: Fail kes hendaklah termasuk dokumen-dokumen lain yang berkaitan, seperti pelan analisis, fail data yang tidak diproses, e-mel, rekod komunikasi luaran yang lain mengenai kes, penghantaran dan menerima dokumentasi, dan/atau dokumentasi fotografi bukti atau pembungkusan.
- 3.5.3 Piawai: Perincian dalam nota bangku hendaklah cukup untuk membolehkan penganalisis lain yang cekap dalam subjek pelaporan tertakluk kepada mengulangi analisis yang dijalankan di bawah metodologi dan keadaan ujian yang sama.
- 3.5.4 Piawai: Andaian asal usul geografi yang digunakan dalam pengenalan taksonomi hendaklah didokumentasikan dalam fail kes.

### **3.6 Laporan**

- 3.6.1 Standard: Laporan hendaklah termasuk maklumat mengenai kaedah am, keputusan, dan kesimpulan. Laporan itu hendaklah mengandungi butiran yang mencukupi untuk pakar lain dapat memastikan bagaimana analisis dicapai dan membuat kesimpulan.
- 3.6.2 Standard: Kajian teknikal: semua laporan hendaklah dikaji semula sebelum dikeluarkan untuk ketepatan teknikal oleh saintis lain dengan pengetahuan dan kepakaran yang menunjukkan dalam subjek pelaporan.
- 3.6.3 Garis Panduan: Semakan pentadbiran: semua laporan perlu disemak oleh orang yang berkelayakan untuk memastikan ketepatan pemformatan dan kandungan editorial.  
  
Nota: Sebaik-baiknya, ulasan teknikal dan pentadbiran perlu dilakukan oleh orang yang berbeza.
- 3.6.5 Piawai: Semua laporan hendaklah mengenalpasti pasti penganalisis yang terlibat dalam penjaanaan dan tafsiran data forensik.
- 3.6.6 Piawai: Terma yang digunakan dalam kesimpulan, seperti "perlawanan," "konsisten dengan," dan lain-lain, hendaklah ditakrifkan oleh setiap makmal laporan.

3.6.7 Piawai: Ujian statistik yang digunakan untuk menunjukkan keyakinan terhadap kesimpulan, seperti kebarangkalian padanan rawak atau nisbah kemungkinan, hendaklah dilaporkan.



## 4.0 Piawaian dan Garis Panduan DNA

*Analisis Hidupan Liar DNA merupakan tata tertib dalam forensik hidupan liar menggunakan teknik genetik untuk mengidentifikasi bahagian dan produk hidupan liar kepada sumber famili, genus, spesis, populasi atau individu. Analisa pencirian genetic merupakan kaedah pilihan untuk keperibadian dan klasifikasi apabila pencirian morfologi tidak dapat digunakan, khususnya bukti surih (darah, bendalir badan), organisma separa (susunan perut, barangan dikraf, tulang dan tanduk), tisu terproses atau ternyahgred (daging masak, filet ikan, kayu, perubatan tradisional Cina).*

*Piawaian dan garis panduan ini merujuk kepada pertimbangan umum dalam aplikasi teknik genetik untuk menganalisa bukti forensik hidupan liar (cth, polimorfisme panjang serpihan penyekatan, polimorfisme nukleotida tunggal, atau analisis protein). Analisa DNA hidupan liar yang digunakan secara meluas juga dirangkumi, seperti penjujukan DNA untuk identifikasi ciri klas dan analisis serpihan DNA ulangan tandem pendek (STRs) dan polimorfisme nukleotida tunggal (SNPs) untuk membentuk identiti individual. Piawaian dan garis panduan ini dijangkakan untuk terus berkembang selaras dengan pembangunan bidang ini.*

### 4.1 Definisi dan Singkatan DNA.

- 4.1.1 **Ambang Analitik**– Dalam analisis STR, puncak amplitud maksima dan minima yang diterima untuk puncak bertujuan sebagai penentuan alel.
- 4.1.2 **Bin**– Dalam analisis STR, Ruangan sekitar saiz diperoleh untuk setiap alel (ditentukan untuk setiap spesis berbeza melalui data empirik)
- 4.1.3 **Kontaminasi**– Pengenalan DNA eksogenus kepada sampel atau tindak balas PCR secara tidak sengaja.
- 4.1.4 **Elektroferogram** – Plot dihasilkan daripada analisis elektroforesis dijana oleh penganalisis genetik.
- 4.1.5 **Kawalan Negatif Eksrakan** – (atau Blank Reagen) Kawalan analitikal untuk sampel tanpa templat DNA yang digunakan untuk mengawas kontaminasi daripada ekstrak kepada fragmen akhir atau analisis jujukan. Kawalan ini digunakan pada analisa bersama sampel diketahui dan/atau tidak diketahui.
- 4.1.6 **Genotip** – Binaan genetik organisma atau sel; juga merujuk kepada alel khusus diwariskan pada lokus nuklear dan mitokondria.

- 4.1.7 **Heterozigot** – Dalam analisis STR, alel yang muncul sebagai pola dua-puncak dan, secara puratanya mempunyai tinggi puncak serupa kepada satu sama lain.
- 4.1.8 **Homozigot** – Dalam analisis STR, alel yang muncul sebagai puncak tunggal.
- 4.1.9 **Analisis Bilangan Salinan Rendah** – Analisa untuk memperoleh hasil daripada sampel yang mempunyai kualiti/kuantiti rendah, contohnya menggunakan kitaran PCR tambahan, kepekatan reagen berlainan dan dll.
- 4.1.10 **Haplotip Mitokondria** – Jujukan DNA yang telah dikenalpasti pada Kawasan DNA mitokondria khusus.
- 4.1.11 **PCR** – Tindak Balas Berantai Polimerase.
- 4.1.12 **Kawalan Negatif PCR** – Kawalan analitik yang digunakan untuk mengesan kontaminasi pada reagen diamplifikasi. Kawalan ini terdiri daripada reagen amplifikasi tanpa penambahan templat DNA. Kawalan ini digunakan pada Analisa bersama sampel diketahui dan/atau tidak diketahui.
- 4.1.13 **Kawalan Positif PCR** – Kawalan analitik sampel untuk memastikan PCR dijalankan dengan wajar. Kawalan ini terdiri daripada reagen amplifikasi dan sampel DNA diketahui, dan digunakan pada analisa bersama sampel diketahui dan/atau tidak diketahui.
- 4.1.14 **Puncak** – Bahagian segi-tiga jelas daripada elektroferogram yang dibentuk atas garis tapak. Dalam analisis STR, penentuan puncak sebagai alel adalah melalui set parameter pada perisian peralatan analitikal.
- 4.1.15 **Tinggi Puncak** – (atau Amplitud Puncak) Titik dimana keamatan signal isyarat puncak adalah paling besar.
- 4.1.16 **Nisbah Tinggi Puncak** – Dalam analisis STR, nisbah ketinggian puncak yang rendah kepada ketinggian puncak yang tinggi, ditunjukkan sebagai peratusan.
- 4.1.17 **Ulangan Tandem Pendek (STR)** – (atau Mikrosatelit) Fragmen polimorf DNA yang mengandungi jujukan berulang 2-5 nukleotida secara umumnya. STR lazimnya digunakan untuk mencari individu, kerana bilangan ulangan dalam populasi secara am mempunyai variasi yang tinggi.
- 4.1.18 **Polimorfisme Nukleotida Tunggal (SNP)** – Posisi nukleotida khusus pada lokus DNA sasaran yang menunjukkan (biasanya bi-alel) variasi nukleotida dalam populasi. SNP boleh digunakan untuk identifikasi spesis, menentukan populasi/kawasan dan pencirian individu.
- 4.1.19 **Teta ( $\Theta$ )** – Penganggar Wright's  $F_{ST}$  statistic (NRC, 1996) yang digunakan untuk mewakili struktur genetik populasi; dirangkumi sebagai pembetulan persamaan kebarangkalian padanan dimana data rujukan populasi mengandungi pelbagai subpopulasi.

## 4.2 Piawaian dan Garis Panduan DNA Umum

### 4.2.1 Makmal

- 4.2.1.1 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk meliputi proses dimana kemudahan dan peralatan dibersihkan dan dinyahkontaminasi.
- 4.2.1.2 Piawai: Kerja berkaitan dan tidak berkaitan dengan kerja-kes perlu diasingkan secara ruangan atau masa.
- 4.2.1.3 Piawai: Kawasan makmal perlu ditentukan sebagai pra-PCR dan pasca-PCR.
- 4.2.1.4 Piawai: Peralatan, produk PCR dan bekalan tidak boleh dipindahkan daripada kawasan pasca-PCR ke pra-PCR kecuali selepas dinyahkontaminasi.
- 4.2.2 Pengekstrakan DNA
  - 4.2.2.1 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk kesemua kaedah esktrakan yang digunakan dalam makmal.
  - 4.2.2.2 Piawai: Setiap set ekstrakan DNA perlu mempunyai sekurang-kurangnya satu kawalan negative esktrakan.
  - 4.2.2.3 Piawai: Esktrakan DNA daripada bahan rujukan perlu diasingkan secara fizikal atau masa daripada esktrakan DNA bukti.
  - 4.2.2.4 Piawai: Apabila pelbagai barang bukti dibandingkan untuk dipadankan secara individu, cth., bukti disoal lwn. diketahui, barangan tersebut perlu diproses pada ruangan atau masa yang berbeza.
  - 4.2.2.5 Garis Panduan: Sampel surih perlu diesktrak dan diamplifikasi sebelum sampel yang mempunyai bilangan salinan DNA tinggi, dan sampel disoal perlu diesktrak sebelum bahan rujukan berkaitan dan sampel diketahui.
  - 4.2.2.6 Garis Panduan: Untuk analisis yang sensitive kepada kepekatan templat, sampel patut dikuantifikasi sebelum amplifikasi.
- 4.2.3 Amplifikasi
  - 4.2.3.1 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk setiap kaedah PCR yang digunakan secara rutin dalam makmal.
  - 4.2.3.2 Piawai: Primer digunakan perlu didokumentasi dalam fail kes.
  - 4.2.3.3 Piawai: Primer digunakan secara rutin perlu divalidasikan untuk menentukan had julat syarat PCR yang boleh diterima dan menilai kebolehjadian positif palsu dan negative palsu.

*Nota: Bergantung kepada analisis dijalankan, contoh pengujian termasuk: mevariasikan pencairan templat, kepekatan reagen, suhu*

*sepuhlindap, kitaran dan pemeriksaan kepelbagaian spesies bolehjadi untuk menentukan kekhususan.*

4.2.3.4 Piawai: Setiap PCR perlu mempunyai kawalan negatif ekstrakran serta kawalan positif dan negatif PCR.

4.2.3.5 Garis Panduan: Kawalan positif perlu menghasilkan genotip distingtif, untuk membolehkan penentuan mudah yang menunjukkan tersebut bukan sumber kontaminasi.

4.2.3.6 Piawai: Kawalan negatif dan positif PCR dan kawalan negatif ekstrakran perlu dianalisa dengan sampel bukti sehingga ke langkah terakhir (cth. Penjujukan atau penentuan saiz fragmen).

#### 4.2.4 Analisis dan Pentafsiran

4.2.4.1 Piawai: Hasil perlu ditolak apabila kawalan negatif menunjukkan amplifikasi dan genotip serupa dengan sampel bukti.

4.2.4.2 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk menangani berikut :

4.2.4.2.1 Kontaminasi dikesan pada kawalan positif, kawalan negatif atau pada sampel kes

4.2.4.2.2 Analisis, pentafsiran dan ambang minimum untuk penerimaan data. Contoh penunjuk kualiti data termasuk skor PHRED, keamatan isyarat dan ketinggian puncak.

4.2.4.3 Garis Panduan: Makmal yang bekerja dengan DNA ternyahgred atau bilangan Salinan rendah perlu mempunyai SOP khusus untuk menangani analisis sampel sebegini dan pentafsiran data subsekuen.

### **4.3 Piawaian dan Garis Panduan Penjujukan**

4.3.1 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk menangani berikut:

4.3.1.1 Perbandingan dan penyuntingan jujukan nukleotida

4.3.1.2 Campuran atau kontaminasi jujukan

4.3.1.3 Heteroplasmia

4.3.2 Piawai: Identifikasi taksonomi berdasarkan data jujukan perlu pertimbangkan berikut:

4.3.2.1 Kesesuaian data rujukan, termasuk perwakilan spesies terdekat bersesuaian

4.3.2.2 Taburan jarak genetik antara saudara terdekat

4.3.2.3 Biogeografi, sejarah hidup dan taxanomi organisma

4.3.2.4 Filogeni yang diterbitkan

4.3.3 Piawai: Apabila jujukan daripada pangkalan data awam (cth., “National Center for Biotechnology Information’s GenBank”) digunakan, penganalisis perlu menyedari kebolehubahan kualiti data pada pangkalan data dan mengusahakan untuk menilai keutuhannya untuk taksa yang diperiksa.

4.3.4 Garis Panduan: Identifikasi tidak patut bergantung kepada jujukan tunggal daripada pangkalan data awam. Pada ketikaan yang jarang dimana data tambahan tidak dapat diperoleh, penghadan konklusi patut dinyatakan pada laporan.

4.3.5 Piawai: Anggaran statistic kekerapan haplotip mitokrondria perlu dipertimbangkan kesesuaian dan kelengkapan data rujukan tersebut.

#### **4.4 Piawaian dan Garis Panduan STR**

4.4.1 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk menangani berikut:

4.4.1.1 Mentakrifkan ambang keamatan isyarat untuk alel yang digunakan untuk menentukan genotip.

4.4.1.2 Mentakrifkan set kriteria minima untuk penentuan alel dan genotip yang akan dimasukkan pada laporan akhir.

4.4.1.3 Mentakrifkan penentuan bin untuk alel.

4.4.1.4 Membezakan artifak, seperti puncak stutter dan puncak pull-up daripada puncak alel sebenar.

- 4.4.1.5 Membezakan antara genotip sumber tunggal, sumber berganda dan profil separa.
- 4.4.1.6 Menggunakan formula terasas (cth. NRC, 1996) untuk menghitung kebarangkalian pencirian individu.
- 4.4.1.7 Pengagihan populasi, termasuk penggunaan sokongan statistikal bersesuaian.
- 4.4.2 Piawai: Saiz dalaman piawai perlu dijalankan dengan sampel untuk normalkan perbezaan migrasi puncak. Penentuan alel sampel perlu hanya digunakan apabila alel paling besar dan paling kecil untuk sampel jatuh pada julat dirangkum oleh saiz dalaman piawai.
- 4.4.3 Piawai: Apabila data dikongsi antara makmal, alel perlu ditentukan secara harmoni (cth. melalui penggunaan sampel kawalan mutu daripada genotip diketahui).
- 4.4.4 Piawai: Setiap makmal perlu menggunakan panel lokus yang disahkan secara internal.
- 4.4.5 Piawai: Kesemua anggaran kebarangkalian pencirian individu perlu merangkumi penyelarasan untuk struktur populasi.
- Nota: Untuk taksa dengan mobility terhad atau spesis dengan pembiakan tak-p amiksis, anggaran relevan untuk struktur populasi patut diperolehi. Apabila teta tidak diketahui untuk spesis tertentu, penyelarasan konservatif perlu diguna bersama berdasarkan data tersedia ada daripada taksa dijangkakan untuk mempunyai struktur populasi serupa.
- 4.4.6 Piawai: Apabila melakukan penentuan populasi, adalah penting untuk pangkalan data dirangkumi dengan wakil liputan geografik dan saiz sampel yang mencukupi. Jika populasi bersesuaian tidak dapat dirangkumkan dalam perbandingan, konklusi perlu menunjukkan fakta seperti tersebut.

## 4.5 Piawaian dan Garis Panduan SNP

4.5.1 Piawai: Makmal perlu mempunyai SOP untuk menangani berikut:

4.5.1.1 Amplifikasi SNP (cth. PCR masa-nyata, PCR spesifik-alel)

4.5.1.2 Mentakrifkan set kriteria minima untuk penentuan SNP (cth. pengklusteran dengan kawalan positif, ketinggian puncak minima). Kriteria ini ditentukan oleh nilai yang diterima secara umum berdasarkan platform penggumpul atau ditentukan secara empirik oleh validasi dalaman.

4.5.1.3 Membezakan antara sampel sumber tunggal dan sumber berganda.

4.5.1.4 Menggunakan formula terasas (cth. NRC, 1996) untuk mengira kebarangkalian pencirian individu.

4.5.1.5 Pengagihan populasi, termasuk penggunaan sokongan statistikal bersesuaian.

4.5.2 Garis Panduan: Kawalan positif perlu merangkumi kesemua kebarangkalian genotip untuk setiap lokus. Ini adalah untuk sampel daripada genotip diketahui atau daripada bahan kawalan positif dijana secara buatan.

4.5.3 Piawai: Apabila elektroforesis kapilari digunakan, saiz dalaman piawai perlu dijalankan dengan sampel untuk normalkan perbezaan migrasi puncak.

4.5.4 Piawai: Apabila data dikongsi antara makmal, alel SNP perlu ditentukan secara harmoni (cth. melalui penggunaan sampel kawalan mutu daripada genotip diketahui).

4.5.5 Piawai: Setiap makmal perlu menggunakan panel lokus yang disahkan secara internal.

4.5.6 Piawai: Kesemua anggaran kebarangkalian pencirian individu perlu merangkumi penyelarasan untuk struktur populasi.

Nota: Untuk taksa dengan mobiliti terhad atau spesis dengan pembiakan tak-panmiks, anggaran relevan untuk struktur populasi patut diperolehi. Apabila teta tidak diketahui untuk spesis tertentu, penyelarasan konservatif perlu diguna

bersama berdasarkan data tersedia ada daripada taksa dijangkakan untuk mempunyai struktur populasi serupa.

4.5.7 Piawai: Apabila melakukan penentuan populasi, adalah penting untuk pangkalan data dirangkumi dengan wakil liputan geografik dan saiz sampel yang mencukupi. Jika populasi bersesuaian tidak dapat dirangkumkan dalam perbandingan, konklusi perlu menunjukkan fakta seperti tersebut.



## **5.0 Piawaian dan Garis Panduan Morfologi**

### **5.1 Piawaian dan Garis Panduan Morfologi Umum**

#### 5.1.1 Penentuan Berdasarkan Morfologi

5.1.1.1 Piawai: Penganalisis perlu memeriksa, mentafsir dan persamaan morfologi dokumen antara barangan bukti dan spesimen daripada sumber sepiis diketahui dan/atau bahan jujukan saintifik bersesuaian.

5.1.1.2 Garis Panduan: Jujukan saintifik patut digunakan dalam pemeriksaan morfologi, dengan bersesuaian. Jujukan ini boleh merangkumi literatur saintifik primer, monograf taksonomi, set data morfometrik, petunjuk pengecaman, panduan lapangan dan pangkalan data imej dipercayai.

5.1.1.3 Piawai: Penganalisa perlu mengambil kira nilai diagnostic dan variasi inter- dan intra-spesis pada ciri yang dianalisa.

5.1.1.4 Garis Panduan: Apabila asalan geografik spesies mempunyai kepentingan khusus dalam pentafsiran ciri morfologi, bahan jujukan yang paling relevan patut dipilih.

5.1.1.5 Garis Panduan: Dokumentasi analitikal dan pentafsiran data pada morfologi patut mengikut hierarki taksonomi, dengan pencirian order didahulukan, diikuti dengan ciri spesifik-famili dan akhirnya diagnostik khusus genera dan spesies dimana mungkin.

#### 5.1.2 Pemeriksaan Proses Morfologi – Tinggalan Eksternal

5.1.2.1 Piawai: Penganalisa perlu mengambil kira kelengkapan dan keadaan bukti, dan kehadiran/ketiadaan maklumat taksonomi ciri.

5.1.2.2 Piawai: Apabila barangan bukti tidak mewakilkan satu organisma lengkap, penganalisa perlu dinilai pada paras taksonomi bersesuaian dimana identifikasi dapat dijalankan.

5.1.2.3 Piawai: Pencirian umur dan jantina bukti perlu dinilai, dan penganalisa perlu menentukan sama ada bahan rujukan tersedia-ada bersesuaian untuk pentafsiran data dan identifikasi spesies. Sebagai contoh, set data

morfometrik berdasarkan mammalia dewasa secara amnya tidak digunakan untuk identifikasi tinggalan individual juvenil.

### 5.1.3 Pemeriksaan Proses Morfologi – Tinggalan Osteologi

5.1.3.1 Piawai: Tinggalan rangka tulang tidak patut diusahakan tanpa perbincangan dengan parti berkaitan.

5.1.3.2 Garis Panduan: Makmal patut mempunyai SOP tersedia meliputi sebarang proses pembersihan yang diperlukan untuk bukti rangka.

5.1.3.3 Piawai: Analisis bukti perlu merangkumi perihalan untuk unsur osteologi diperiksa, keadaan fizikal dan sebarang perubahan tafonomi dan antropogenik.

5.1.3.4 Garis Panduan: Untuk menentukan umur relatif (dewasa, sub-dewasa, juvenil, atau neonat), penganalisa patut menilai terlebih dahulu sama ada bahan mencukupi untuk analisa, kemudian menilai ciri tertentu relevan untuk takson disoal (cth. lakuran epifisis pada unsur rangka atau kelengkapan relatif pada letusan dental atau hausan pada mamalia).

### 5.1.4 Pemeriksaan Proses Morfologi – Tinggalan Mikroskopik

5.1.4.1 Piawai: Pemeriksaan terperinci dimana struktur integument (seperti rambut dan bulu) diperlukan, pemeriksaan makroskopik perlu mendokumenkan sifat kasar seperti warna, corak atau bentuk manakala pemeriksaan mikroskopik perlu mendokumenkan pencirian struktur luaran dan/atau dalaman.

5.1.4.2 Piawai: Identifikasi perlu dilakukan dengan rujukan kepada koleksi spesimen untuk sumber taksonomik diketahui (cth. rambut lekap atau bulu sondak) atau, jika tidak tersedia ada, kepada rujukan saintifik seperti yang tertakrif pada 5.1.1.2 di atas.

5.1.4.3 Garis Panduan: Jika pencirian mikroskopik dibanding atau diperiksa, pembuktian dan rujukan rambut/bulu/sisik patut dilekap pada slaid kaca dalam media pelekapan indeks biasan seperti keratin (cth, xilena atau pengganti xilena).

5.1.4.4 Garis Panduan: Apabila bukti morfologi terdiri rambut mamalia, identifikasi taksonomi perlu ditentukan menggunakan maklumat rambut, kebiasaannya rerambut pengawal.

#### 5.1.5 Pemeriksaan Proses Morfologi – Botani

5.1.5.1 Piawai: Identifikasi perlu dibuat dengan rujukan kepada koleksi (cth. herbarium, xilarium, dll.) spesimen daripada sumber taksonomi diketahui, jika tidak tersedia-ada, kepada rujukan saintifik seperti yang tertakrif pada 5.1.1.2 di atas.

### **5.2 Piawaian dan Garis Panduan Dokumentasi**

5.2.1 Piawai: Dalam identifikasi taksonomi berdasarkan ciri morfologi, penganalisa perlu mendokumenkan berikut pada kes fail:

5.2.1.1 Jenis bahan diterima sebagai bukti (cth. organism seluruh atau separa, tulang, gigi, bulu, rambut, ukiran gading, kulit, balak, cakera venir, barangan kraft, dll.)

5.2.1.2 Keutuhan dan keadaan bukti

5.2.1.3 Ciri morfologi digunakan untuk penentuan

5.2.1.4 Ciri lain yang digunakan untuk membantu identifikasi jika menggunakan (cth, ketumpukan kayu sample, warna, dll.)

5.2.1.5 Bahan rujukan dan/atau sumber data digunakan untuk mensahkan identifikasi.

## **6.0 Analisis Kimia untuk Piawaian dan Garis Panduan Identifikasi Taksonomi**

*Analisis kimia dapat membantu dalam identifikasi taksonomi untuk barangan bukti yang tidak dapat diidentifikasi melalui analisa tunggal morfologi atau genetik. Contohnya, pokok dan tumbuhan lain mensintesis sebatian fitokimia yang sering merupakan sifat distingtif spesies atau kumpulan taksonomi lebih tinggi. Fitokimia boleh dicirikan menggunakan instrumen kimia seperti spektroskop infra-merah dan spektrometer jisim. Serupanya, molekul keratin daripada sumber spesies berbeza boleh dicirikan secara kimia, memberikan perbezaan taksonomi yang tidak boleh diperolehi menggunakan teknik yang lain.*

### **6.1 Piawaian dan Garis Panduan Umum untuk Analisa Kimia untuk Identifikasi Taksonomi**

- 6.1.1 Piawai: Penganalisa perlu memeriksa, mentafsir dan mendokumen persamaan profil kimia antara barangan bukti dan bahan rujukan.
- 6.1.2 Piawai: Penganalisa perlu mengambil kira nilai diagnostik untuk molekul utama dan variasi inter- dan intraspesifik untuk ciri yang dianalisa.
- 6.1.3 Garis Panduan: Rujukan saintifik digunakan dalam analisis kimia perlu merangkumi literatur saintifik primer dan/atau monograf taksonomi.
- 6.1.4 Garis Panduan: Bahan rujukan digunakan untuk mensahkan identifikasi patut dapat dijejak kepada koleksi dikurasi.
- 6.1.5 Piawai: Identifikasi yang bergantung kepada data daripada pangkalan data tunggal tidak patut berdasarkan profil kimia tunggal, spektrum kimia tunggal atau sebatian. Pada kes jarang dimana data tambahan tidak tersedia ada, penghadan konklusi patut dinyatakan dalam laporan.
- 6.1.6 Piawai: Jika asalan geografik spesies merupakan soalan analitik, analisa hanya perlu dicuba jika bahan rujukan relevan tersedia-ada.
- 6.1.7 Piawai: Identifikasi taksonomik berdasarkan data pencapaian kimia perlu merangkumi pertimbangan:

6.1.7.1 Kesesuaian dan kelengkapan bahan rujukan, termasuklah perwakilan bersesuaian pada spesis berkaitan terdekat dan kelihatan sama.

6.1.7.2 Biogeografi organisma, sejarah hidup dan taksnomi.

6.1.7.3 Filogeni diterbitkan yang relevan.