

LAMPIRAN**PERATURAN MENTERI KESEHATAN****NOMOR 43 TAHUN 2013****TENTANG CARA PENYELENGGARAAN LABORATORIUM KLINIK YANG BAIK****CARAPENYELENGGARAAN LABORATORIUM KLINIK YANG BAIK****BAB I****ORGANISASI DAN MANAJEMEN****A. ORGANISASI**

Organisasi adalah kerjasama antara dua orang atau lebih dalam suatu pola koordinasi yang dipersatukan untuk mencapai suatu hasil yang telah ditetapkan. Organisasi merupakan suatu sistem dengan struktur yang teratur menggunakan semua sumber yang ada dalam suatu pekerjaan dan menentukan mekanisme untuk menjalankannya melalui kerjasama dan koordinasi. Laboratorium Klinik harus mempunyai struktur organisasi yang terpampang serta terlihat dengan jelas.

1. Komponen Organisasi

Komponen dalam kelengkapan organisasi laboratorium disesuaikan dengan pedoman pelayanan di masing-masing jenis dan jenjang laboratorium, yaitu laboratorium yang mandiri atau laboratorium yang terintegrasi, dan pada dasarnya mengikuti struktur organisasi masing-masing laboratorium.

Laboratorium mandiri adalah Laboratorium Klinik yang pelayanannya tidak terintegrasi dengan fasilitas pelayanan kesehatan lainnya seperti Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK), Balai Laboratorium Kesehatan (BLK), Laboratorium Klinik yang diselenggarakan oleh swasta.

Laboratorium terintegrasi adalah Laboratorium Klinik yang pelayanannya terintegrasi dengan fasilitas pelayanan kesehatan lainnya, seperti laboratorium pada puskesmas, rumah sakit, atau klinik.

Komponen Organisasi Laboratorium meliputi:

a. Struktur Organisasi

Struktur organisasi adalah alat untuk memusatkan perhatian dan daya pada pencapaian sasaran dan tujuan melalui pendekatan yang teratur dan sesuai prosedur.

Struktur Organisasi menyediakan kerangka kerja untuk menjabarkan kebijaksanaan dan rencana menjadi kegiatan dengan memperhitungkan sejumlah tenaga atau pekerjaan terkait dengan

tujuan organisasi yang dapat dibagi secara sistematis menjadi unit-unit.

Struktur pokok organisasi laboratorium, terdiri dari:

1) Jabatan Struktural

- a) Kepala: memimpin dan memastikan semua kegiatan selaras dengan kebijaksanaan organisasi.
- b) Bidang/seksi-seksi: melaksanakan prosedur organisasi dan bekerja sama antar bidang/seksi melalui koordinasi dan pengawasan Kepala.
- c) Tata usaha/administrasi: menjalankan sistem pengaturan dokumen organisasi, baik ke dalam maupun ke luar organisasi.

2) Jabatan Fungsional

Terdiri dari tenaga-tenaga teknis pelaksana kegiatan laboratorium di luar jabatan struktural, yang melakukan kegiatan sesuai kompetensinya.

b. Tata Kerja

Tata Kerja menggambarkan hubungan kerja melalui penetapan garis kewenangan, tanggung jawab, komunikasi serta alur kerja agar diperoleh fungsi yang optimal melalui koordinasi unit-unit terkait.

Tata kerja organisasi berusaha membentuk struktur yang baik, serta secara efisien dan efektif membuat pengelompokan dari sumber daya manusia, sarana fisik, dan fungsi-fungsi yang terkait agar tercapai keberhasilan sasaran dan tujuan.

Struktur organisasi berbentuk bagan yang memperlihatkan tata hubungan kerja antar bagian dan garis kewenangan di antara kepala/penanggung jawab laboratorium, petugas administrasi dan pelaksana teknis.

2. Proses Pengorganisasian

Proses pengorganisasian dimaksudkan untuk membangun kerja sama yang baik dan cara koordinasi agar menghindari pekerjaan yang sia-sia dan menghindari situasi saling menghalangi.

Proses pengorganisasian meliputi:

a. Pengembangan Struktur Yang Baik-Tata Kerja

- 1) Penentuan fungsi-fungsi yang perlu dilaksanakan dengan jenis pekerjaan yang perlu dicapai.
- 2) Pembagian pekerjaan yang perlu menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang dapat dilaksanakan oleh satu orang.
- 3) Perkiraan kebutuhan sumber daya manusia (jumlah dan kualifikasi).

- 4) Perkiraan kebutuhan sarana (peralatan, bahan dan ruang).
- 5) Pengelompokan dan atau pengoordinasian fungsi-fungsi termasuk sumber daya manusia dan sarana yang ada ke dalam struktur organisasi.

b. Gambaran Hubungan Yang Baik-Interaksi

- 1) Penugasan pekerjaan yang diperlukan untuk pelaksanaan tugas tertentu (tanggung jawab) dan keputusan yang tepat untuk melakukan upaya dalam melaksanakan tugas tertentu (wewenang).

- 2) Penugasan kegiatan pekerjaan yang spesifik (jabatan fungsional).

Tenaga teknis pada setiap instalasi laboratorium pemerintah termasuk ke dalam kelompok jabatan fungsional.

Jabatan fungsional merupakan tenaga teknis laboratorium yang tidak termasuk dalam struktural.

Pranata laboratorium kesehatan merupakan tenaga non struktural yang terbagi atas pranata laboratorium kesehatan ahli (minimal S1 kesehatan) dan pranata laboratorium kesehatan terampil (minimal lulusan SMAK/sederajat).

- 3) Gambaran penugasan ditulis dalam uraian tugas, alur/mekanisme kerja.

B. MANAJEMEN

1. Visi dan Misi

Visi adalah ketentuan tertulis mengenai gambaran keadaan masa depan yang diinginkan oleh Laboratorium Klinik tersebut. Ketentuan tersebut dapat dikaitkan atau tidak dikaitkan dengan kurun waktu tertentu.

Misi adalah upaya-upaya yang harus dilakukan agar visi yang diinginkan terlaksana dengan hasil baik.

Setiap laboratorium harus mempunyai visi dan misi, petugas yang bekerja dilaboratorium harus mengetahui dan memahami visi dan misi laboratorium.

2. Informasi dan Alur Pelayanan

Informasi dan alur pelayanan menggambarkan hubungan kerja melalui penetapan garis kewenangan dan tanggungjawab, komunikasi dan alur kerja agar diperoleh fungsi yang optimal melalui unit-unit terkait (koordinasi).Hal ini menjamin bahwa masing-masing petugas memperoleh pengertian mengenai tugas dan fungsi yang diharapkan, melengkapi mereka dengan mekanisme untuk mengerti dengan jelas tanggungjawab mereka dan kepada siapa harus bertanggungjawab.

Pada umumnya sistem informasi laboratorium terdiri atas:

- a. sistem informasi pelayanan;
- b. sistem informasi kepegawaian;
- c. sistem informasi keuangan/akuntansi;
- d. sistem informasi logistik.

Pengertian alur pelayanan oleh pelaksana di laboratorium lebih menunjukkan kepada aspek pemeriksaan mulai dari pra analisis, analisis dan pasca analisis, sedangkan oleh pemakai jasa adalah ketepatan dan kecepatan hasil pemeriksaan.

3. Persyaratan Unsur-unsur Manajemen

Manajemen laboratorium harus bertanggungjawab atas perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi untuk perbaikan system manajemen yang mencakup:

- a. Dukungan bagi semua petugas laboratorium dengan memberikan kewenangan dan sumberdaya yang sesuai untuk melaksanakan tugas;
- b. Kebijakan dan prosedur untuk menjamin kerahasiaan hasil laboratorium;
- c. Struktur organisasi dan struktur manajemen laboratorium serta hubungannya dengan organisasi lain yang mempunyai kaitan dengan laboratorium tersebut;
- d. Uraian tanggungjawab, kewenangan dan hubungan kerja yang jelas dari tiap petugas;
- e. Pelatihan dan pengawasan dilakukan oleh petugas yang kompeten, yang mengerti maksud, prosedur dan cara menilai hasil prosedur pemeriksaan;
- f. Manajer teknis yang bertanggungjawab secara keseluruhan terhadap proses dan penyediaan sumberdaya yang diperlukan untuk menjamin kualitas hasil pemeriksaan laboratorium;
- g. manajer mutu yang bertanggungjawab dan memiliki kewenangan untuk mengawasi persyaratan system mutu;
- h. petugas pada laboratorium dengan organisasi sederhana dapat melakukan tugas rangkap.

4. Tenaga

Pada dasarnya kegiatan Laboratorium Klinik harus dilakukan oleh petugas yang memiliki kualifikasi pendidikan dan pengalaman yang memadai, serta memperoleh/memiliki kewenangan untuk melaksanakan kegiatan di bidang yang menjadi tugas atau tanggung jawabnya.

Setiap laboratorium harus menetapkan seorang atau sekelompok orang yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan kegiatan yang berkaitan dengan pemantapan mutu dan keamanan kerja.

Pemenuhan kebutuhan jenis, kualifikasi, dan jumlah tenaga Laboratorium Klinik dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

5. Manajemen Mutu

Suatu organisasi yang baik harus mempunyai sistem manajemen mutu yaitu kebijakan, prosedur, dokumen dan lainnya yang bertujuan agar mutu pemeriksaan dan sistem mutu secara keseluruhan berlangsung dengan pengelolaan yang baik dan terkendali secara terus menerus.

Kebijakan, proses, program, prosedur dan instruksi harus didokumentasikan (berupa dokumen tertulis yang disimpan dan dipelihara sedemikian hingga mudah digunakan dan selalu terjaga kemutakhirannya) dan dikomunikasikan kepada semua petugas yang terkait. Manajemen harus memastikan melalui proses sosialisasi, pelatihan, penyeliaan, pengawasan atau cara lain yang menjamin bahwa dokumen itu dimengerti dan diterapkan oleh mereka yang ditugaskan untuk menggunakannya.

Sistem manajemen mutu mencakup pendidikan dan pelatihan berkelanjutan, pemantapan mutu internal, pemantapan mutu eksternal, verifikasi, validasi, audit internal dan akreditasi.

6. Komunikasi

Komunikasi diartikan dengan hubungan antar pribadi dan antar unit kerja baik antara tenaga laboratorium dengan sesamanya, dengan unit kerja/instansi lain, pengguna jasa maupun mitra kerjanya.

a. Komunikasi Intern

- 1) Horizontal: tenaga laboratorium harus memiliki kesempatan cukup untuk bertukar pikiran mengenai hal-hal yang bersangkutan dengan pekerjaannya dengan sesama petugas di ruang/seksi yang sama atau di ruang/seksi lain di laboratorium yang sama.
- 2) Vertikal: sesuai hirarkinya, tenaga laboratorium harus memiliki kesempatan berkonsultasi tentang pekerjaannya dengan kepala seksi/subinstalasi/instalasi, kepala ruangan, kepala laboratorium, kepala rumah sakit; sedangkan untuk puskesmas dengan Kepala puskesmas.

b. Komunikasi ekstern

Sesuai dengan tugas dan wewenangnya, tenaga laboratorium harus memiliki kesempatan bertukar pikiran dan informasi dengan petugas lain yang terkait, seperti misalnya dengan dokter ruangan, dokter puskesmas, petugas farmasi dan lain-lain termasuk pemasok.

c. Komunikasi ekspertis/keahlian/konsultatif

Sesuai dengan wewenangnya, penanggung jawab laboratorium harus dapat memberikan uraian keahlian (*expertise*) kepada pemakai jasa pelayanan laboratorium (dokter, pasien maupun pihak lain).

7. Pendidikan dan Pelatihan (Diklat)

Pendidikan dan pelatihan tenaga laboratorium merupakan hal yang sangat penting dalam pelayanan laboratorium dan harus direncanakan dan dilaksanakan secara berkesinambungan. Penanggungjawab laboratorium perlu memantau dan menerapkan materi pelatihan (monitoring pasca pelatihan).

Pendidikan dan pelatihan tenaga laboratorium dapat dilakukan dalam bentuk:

a. Formal

Yang dimaksud dengan diklat formal adalah pendidikan dan pelatihan yang diselenggarakan secara terencana dan terjadwal oleh instansi resmi, berdasarkan penugasan oleh pejabat yang berwenang. Keikutsertaan dibuktikan dengan diperolehnya pernyataan tertulis (sertifikat) dari instansi penyelenggara.

b. Informal

Yang dimaksud dengan diklat informal adalah pendidikan dan pelatihan yang diselenggarakan secara tidak terjadwal oleh instansi penyelenggara. Keikutsertaan dibuktikan dengan pernyataan tertulis dari instansi penyelenggara, yang tidak mempunyai dampak administratif.

c. Bimbingan teknis

Bimbingan teknis diberikan oleh tenaga laboratorium kepada tenaga laboratorium lain yang memiliki kemampuan teknis di bawah laboratorium pembimbing. Pelaksanaan dapat dilakukan oleh laboratorium pembimbing sendiri atau oleh laboratorium lain yang ditunjuk.

Pendidikan dan pelatihan dapat dilakukan baik secara internal maupun eksternal laboratorium. Tenaga laboratorium sekurang-kurangnya sekali dalam setahun mengikuti pendidikan/pelatihan tambahan atau penyegar.

BAB II**RUANGAN DAN FASILITAS PENUNJANG****A. RUANGAN**

Luas ruangan setiap kegiatan cukup menampung peralatan yang dipergunakan, aktifitas dan jumlah petugas yang berhubungan dengan spesimen/pasien untuk kebutuhan pemeriksaan laboratorium. Semua ruangan harus mempunyai tata ruang yang baik sesuai alur pelayanan dan memperoleh sinar matahari/cahaya dalam jumlah yang cukup.

Secara umum, tersedia ruang terpisah untuk:

1. ruang penerimaan terdiri dari ruang tunggu pasien dan ruang pengambilan spesimen. Masing-masing sekurang-kurangnya mempunyai luas 6 m².
2. ruang pemeriksaan/teknis: luas ruangan tergantung jumlah dan jenis pemeriksaan yang dilakukan (beban kerja), jumlah, jenis dan ukuran peralatan, jumlah karyawan, faktor keselamatan dan keamanan kerja serta kelancaran lalu lintas spesimen, pasien, pengunjung dan karyawan, sekurang-kurangnya mempunyai luas 15 m².
3. untuk bank darah, pemeriksaan mikrobiologi dan molekuler sebaiknya masing-masing memiliki ruangan terpisah.
4. ruang administrasi/pengolahan hasil sekurang-kurangnya mempunyai luas 6 m².

Persyaratan umum konstruksi ruang laboratorium sebagai berikut:

1. dinding terbuat dari tembok permanen warna terang, menggunakan cat yang tidak luntur. Permukaan dinding harus rata agar mudah dibersihkan, tidak tembus cairan serta tahan terhadap desinfektan.
2. langit-langit tingginya antara 2,70-3,30 m dari lantai, terbuat dari bahan yang kuat, warna terang dan mudah dibersihkan.
3. pintu harus kuat rapat dapat mencegah masuknya serangga dan binatang lainnya, lebar minimal 1,20 m dan tinggi minimal 2,10 m.
4. jendela tinggi minimal 1,00 m dari lantai.
5. semua stop kontak dan saklar dipasang minimal 1,40 m dari lantai.
6. lantai terbuat dari bahan yang kuat, mudah dibersihkan, berwarna terang dan tahan terhadap perusakan oleh bahan kimia, kedap air, permukaan rata dan tidak licin. Bagian yang selalu kontak dengan air harus mempunyai kemiringan yang cukup ke arah saluran pembuangan air limbah. Antara lantai dengan dinding harus berbentuk lengkung agar mudah dibersihkan.

7. meja terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, permukaan rata dan mudah dibersihkan dengan tinggi 0,80-1,00 m. Meja untuk instrumen elektronik harus tahan getaran.

B. FASILITAS PENUNJANG

Fasilitas penunjang secara umum meliputi:

1. tersedia WC pasien dan petugas yang terpisah, jumlah sesuai dengan kebutuhan.
2. penampungan/pengolahan limbah laboratorium.
3. keselamatan dan keamanan kerja.
4. ventilasi: $1/3$ x luas lantai atau AC 1 PK/20m² yang disertai dengan sistem pertukaran udara yang cukup.
5. penerangan harus cukup (1000 lux diruang kerja, 1000-1500 lux untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian dan sinar harus berasal dari kanan belakang petugas).
6. air bersih, mengalir, jernih, dapat menggunakan air PDAM atau air bersih yang memenuhi syarat. Sekurang-kurangnya 20 liter/karyawan/hari.
7. listrik harus mempunyai aliran tersendiri dengan tegangan stabil, kapasitas harus cukup. Kualitas arus, tegangan dan frekuensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Keamanan dan pengamanan jaringan instalasi listrik terjamin, harus tersedia grounding/arde. Harus tersedia cadangan listrik (Genset, UPS) untuk mengantisipasi listrik mati.
8. tersedia ruang makan yang terpisah dari ruang pemeriksaan laboratorium.

Persyaratan fasilitas kamar mandi/WC secara umum sebagai berikut:

1. harus selalu terpelihara dan dalam keadaan bersih.
2. lantai terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, tidak licin, berwarna terang dan mudah dibersihkan.
3. pembuangan air limbah dari dilengkapi dengan penahan bau (water seal).
4. letak Kamar mandi/WC tidak berhubungan langsung dengan dapur, kamar operasi, dan ruang khusus lainnya.
5. lubang ventilasi harus berhubungan langsung dengan udara luar.
6. kamar mandi/WC pria dan wanita harus terpisah.
7. kamar mandi/WC karyawan harus terpisah dengan Kamar mandi/WC pasien.
8. kamar mandi/WC pasien harus terletak di tempat yang mudah terjangkau dan ada petunjuk arah.
9. harus dilengkapi dengan slogan atau peringatan untuk memelihara kebersihan.
10. tidak terdapat tempat penampungan atau genangan air yang dapat menjadi tempat perindukan nyamuk.

BAB III

PERALATAN LABORATORIUM

A. DASAR PEMILIHAN

Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam memilih alat, yaitu:

1. Kebutuhan

Alat yang dipilih harus mempunyai spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan setempat yang meliputi jenis pemeriksaan, jenis spesimen dan volume spesimen dan jumlah pemeriksaan.

2. Fasilitas yang tersedia

Alat yang dipilih harus mempunyai spesifikasi yang sesuai dengan fasilitas yang tersedia seperti luasnya ruangan, fasilitas listrik dan air yang ada, serta tingkat kelembaban dan suhu ruangan.

3. Tenaga yang ada

Perlu dipertimbangkan tersedianya tenaga dengan kualifikasi tertentu yang dapat mengoperasikan alat yang akan dibeli.

4. Reagen yang dibutuhkan

Perlu dipertimbangkan tersedianya reagen di pasaran dan kontinuitas distribusi dari pemasok. Selain itu sistem reagen perlu dipertimbangkan pula, apakah sistem reagen tertutup atau terbuka. Pada umumnya sistem tertutup lebih mahal dibandingkan dengan sistem terbuka.

5. Sistem alat

Perlu mempertimbangkan antara lain:

- a. alat tersebut mudah dioperasikan
- b. alat memerlukan perawatan khusus
- c. alat memerlukan kalibrasi setiap kali akan dipakai atau hanya tiap minggu atau hanya tiap bulan

6. Pemasok/Vendor

Pemasok harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Mempunyai reputasi yang baik
- b. Memberikan fasilitas uji fungsi
- c. Menyediakan petunjuk operasional alat dan trouble shooting.

- d. Menyediakan fasilitas pelatihan dalam mengoperasikan alat, pemeliharaan dan perbaikan sederhana.
- e. Memberikan pelayanan purna jual yang terjamin, antara lain mempunyai teknisi yang handal, suku cadang mudah diperoleh.
- f. Mendaftar peralatan ke Kementerian Kesehatan.

7. Nilai Ekonomis

Dalam memilih alat perlu dipertimbangkan analisis cost-benefit, yaitu seberapa besar keuntungan yang diperoleh dari investasi yang dilakukan, termasuk di dalamnya biaya operasi alat.

8. Terdaftar

Peralatan yang akan dibeli harus sudah terdaftar dan mendapat izin edar dari institusi yang berwenang sesuai peraturan yang berlaku.

B. PENGUJIAN PERALATAN BARU

Pengujian alat baru (dilakukan sebelum atau sesudah pembelian) atau yang disebut juga sebagai uji fungsi. Tujuannya untuk mengenal kondisi alat, yang mencakup: kesesuaian spesifikasi alat dengan brosur, kesesuaian alat dengan lingkungan dan hal-hal khusus yang diperlukan bagi penggunaan secara rutin. Dari evaluasi ini dapat diketahui antara lain reproduibilitas, kelemahan alat, harga per tes, dan sebagainya.

C. PENGGUNAAN DAN PEMELIHARAAN ALAT

Setiap peralatan harus dilengkapi dengan petunjuk penggunaan (instruction manual) yang disediakan oleh pabrik yang memproduksi alat tersebut. Petunjuk penggunaan tersebut pada umumnya memuat cara operasional dan hal-hal lain yang harus diperhatikan. Cara penggunaan atau cara pengoperasian masing-masing jenis peralatan laboratorium harus ditulis dalam instruksi kerja.

Pada setiap peralatan juga harus dilakukan pemeliharaan sesuai dengan petunjuk penggunaan, yaitu semua kegiatan yang dilakukan agar diperoleh kondisi yang optimal, dapat beroperasi dengan baik dan tidak terjadi kerusakan. Kegiatan tersebut harus dilakukan secara rutin untuk semua jenis alat, sehingga diperoleh peningkatan kualitas produksi, peningkatan keamanan kerja, pencegahan produksi yang tiba-tiba berhenti, penekanan waktu luang/pengangguran bagi tenaga pelaksana serta penurunan biaya perbaikan. Untuk itu setiap alat harus mempunyai kartu pemeliharaan yang diletakkan pada atau di dekat alat tersebut yang mencatat setiap tindakan

pemeliharaan yang dilakukan dan kelainan-kelainan yang ditemukan. Bila ditemukan kelainan, maka hal tersebut harus segera dilaporkan kepada penanggung jawab alat untuk dilakukan perbaikan.

Contoh formulir pemeliharaan dapat dilihat di bawah ini.

FORMULIR PENCATATAN PEMELIHARAAN PERALATAN

Alat :

Ruang :

Tanggal	Tindakan pemeliharaan	Kelainan yang ditemukan	Nama dan Paraf Petugas

Penanggung Jawab

(.....)

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pemakaian peralatan:

1. Persyaratan kecukupan peralatan

Laboratorium harus dilengkapi dengan semua peralatan yang diperlukan sesuai dengan jenis layanan yang disediakan sekalipun tidak digunakan secara rutin.

2. Persyaratan kemampuan alat

Pada saat instalasi alat maupun saat kerja rutin, peralatan harus diperhatikan menunjukkan kemampuan atau memenuhi kinerja yang dipersyaratkan dan harus memenuhi spesifikasi yang sesuai untuk pemeriksaan bersangkutan.

3. Penandaan peralatan

Setiap jenis peralatan harus diberi label, tanda atau identifikasi lain yang khas.

4. Log alat

Setiap jenis alat yang digunakan harus memiliki catatan yang dipelihara dan terkendali mencakup:

- a. identitas alat.
- b. nama pabrik, tipe identifikasi dan nomor seri atau identifikasi khas lain.
- c. orang yang dapat dihubungi (dari pihak pemasok).
- d. tanggal penerimaan dan tanggal pemeliharaan.
- e. lokasi (jika perlu).
- f. kondisi ketika alat diterima (alat baru/bekas atau kondisi lain);
- g. instruksi pabrik atau acuan yang dibuat.
- h. rekaman kinerja alat yang memastikan alat layak digunakan.
- i. pemeliharaan yang dilakukan/direncanakan untuk yang akan datang.
- j. kerusakan, malfungsi, modifikasi atau perbaikan alat.
- k. tanggal perkiraan penggantian alat, jika mungkin.

5. Persyaratan pengoperasian alat

Alat hanya boleh dioperasikan oleh petugas yang berwenang. Instruksi penggunaan dan pemeliharaan peralatan terkini (mencakup pedoman yang sesuai dan petunjuk penggunaan yang disediakan oleh pembuat alat) harus tersedia bagi petugas laboratorium.

6. Jaminan keamanan kerja alat

Alat harus dipelihara dalam kondisi kerja yang aman, mencakup keamanan listrik, alat penghenti darurat (emergency stop device) dan penanganan yang aman oleh petugas yang berwenang. Semua harus disesuaikan dengan

spesifikasi atau instruksi pabrik termasuk pembuangan limbahkimia, bahan radioaktif maupun biologis.

7. Penanganan terhadap alat yang rusak

Alat yang diduga mengalami gangguan, tidak boleh digunakan, harus diberi label yang jelas dan disimpan dengan baik sampai selesai diperbaiki dan memenuhi kriteria yang ditentukan (pengujian dan kalibrasi) untuk digunakan kembali. Laboratorium harus melakukan tindakan yang memadai sebelum digunakan kembali.

8. Pemindahan alat

Laboratorium harus memiliki prosedur penanganan, pemindahan, penyimpanan dan penggunaan yang aman untuk mencegah kontaminasi dan kerusakan alat.

Apabila alat dipindahkan keluar laboratorium untuk diperbaiki, maka sebelum digunakan kembali di laboratorium harus dipastikan alat telah dicek dan berfungsi baik.

9. Pemutahiran hasil koreksi kalibrasi.

Apabila kalibrasi menghasilkan sejumlah faktor koreksi, laboratorium harus memiliki prosedur untuk menjamin bahwa salinan dari faktor koreksi sebelumnya dimutahirkan dengan benar.

10. Pencegahan terhadap perlakuan orang tidak berwenang.

Semua peralatan termasuk perangkat keras, perangkat lunak, bahan acuan, bahan habis pakai, pereaksi dan sistem analitik harus dijaga terhadap perusakan akibat perlakuan orang yang tidak berwenang, yang dapat membuat hasil pemeriksaan tidak sah.

Beberapa jenis peralatan laboratorium yang perlu mendapat perhatian adalah:

1. Alat Gelas

- a. Tabung yang dipakai harus selalu bersih.
- b. Untuk pemakaian ulang, cuci alat gelas dengan deterjen (sedapatnya netral) dan oksidan (hipoklorit) kemudian bilas dengan aquades.

2. Blood cell counter

- a. Bagian luar alat dilap setiap hari.
- b. Periksa semua selang pembuangan limbah pemeriksaan, apakah ada sumbatan atau tidak.
- c. Periksa selang pembuangan limbah pemeriksaan, apakah ada sumbatan atau tidak.

- d. Setiap selesai pemeriksaan, lakukan pencucian.
 - e. Tutup badan alat dengan plastik bila alat tidak dipakai.
3. Elisa set
- a. Elisa Reader
 - 1) Lakukan kalibrasi linearitas alat, stabilitas pembacaan dan ketepatan pembacaan.
 - 2) Kalibrasi dilakukan pada saat pertama kali alat dipakai, penggantian lampu, dan secara periodik untuk memastikan ketepatan pembacaan.
 - b. Elisa Washer

Lakukan kalibrasi volume dispenser, sisa yang tertinggal dalam well (rest well) dan posisi well.
 - c. Incubator

Suhu yang dipakai harus sesuai dengan spesifikasi alat.
 - d. Heating block

Lakukan kalibrasi suhu heating block.
4. Flame photometer
- a. Letakkan alat di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung atau sinaremissi yang konstan, bebas dari debu dan asap rokok.
 - b. Hindari alat terkena/tercemar keringat, serbuk/serpihan saring, sabun dan bahan mencuci lain.
 - c. Ikuti petunjuk operasional dari pabrik pembuat mengenai;
 - 1) Pemilihan photocell dan panjang gelombang
 - 2) Pengaturan lebarcelah
 - 3) Pemilihan bahan bakar dan tekanan udara atau tekanan oksigen
 - 4) Langkah-langkah untuk pemanasan alat, koreksi dari pengganggu dan background nyala flame
 - 5) Pencucian burner
 - 6) Pengabuan/pemanasan sampel
 - 7) Pengukuran intensitas emisi
5. Fotometer/Spectrofotometer
- a. Gunakan lampu yang sesuai dengan masing-masing jenis fotometer.
 - b. Tegangan listrik harus stabil.
 - c. Hidupkan alat terlebih dahulu selama 5-30 menit (tergantujenis/merek alat),supaya cahaya lampu menjadi stabil.
 - d. Monokromator atau filter harus bersih , tidak lembab, dan tidak berjamur.

- e. Kuvet (tergantung jenisnya) harus tepat meletakkannya. Sisi yang dilalui cahaya harus menghadap ke arah cahaya. Bagian tersebut harus bersih, tidak ada bekastangan, goresan ataupun embun. Untuk menghindari hal tersebut pegang kuvet diujung dekat permukaan.
 - f. Isi kuvet harus cukup sehingga seluruh cahaya dapat melalui isi kuvet.
 - g. Tidak boleh ada gelembung udara dalam kuvet.
 - h. Untuk pemeriksaan enzimatik, kuvet harus diinkubasi pada suhu yang sesuai dengan suhu pemeriksaan.
 - i. Fotodetektor harus dijaga kebersihannya dengan cara membersihkan permukaannya dengan alkohol 70%.
 - j. Amplifier/pengolah signal harus berfungsi dengan baik.
6. Inkubator
- a. Bagian dalam inkubator dan rak harus dibersihkan secara teratur dengan disinfektan.
 - b. Suhu dicatat setiap pagi hari untuk inkubator yang dinyalakan terus menerus atau sebelum dan sesudah digunakan.
 - c. Suhu yang tertera pada alat perlu dikalibrasi secara rutin untuk mengetahui keakuratannya.
7. Kamar Hitung
- a. Kamar hitung dan kaca penutup harus bersih, sebab kotoran (jamur, partikel debu) pada pengamatan di bawah mikroskop akan terlihat sebagai sel.
 - b. Periksa di bawah mikroskop, apakah garis-garis pada kamar hitung terlihat jelas dan lengkap.
 - c. Kamar hitung dan kaca penutup harus kering, bila basah akan menyebabkan terjadinya pengenceran dan kemungkinan sel darah akan pecah, sehingga jumlah sel yang dihitung menjadi berkurang.
 - d. Kaca penutup harus tipis, rata, tidak cacat dan pecah, sebab kaca penutup berfungsi untuk menutup sampel, bila cacat atau pecah maka volume dalam kamar hitung menjadi tidak tepat.
 - e. Cara pengisian kamar hitung; dengan menggunakan pipet Pasteur dalam posisi horisontal, sampel dimasukkan ke dalam kamar hitung yang tertutup kaca penutup.
 - f. Bila pada pengisian terjadi gelembung udara di dalam kamar hitung atau sampel mengisi parit kamar hitung/menggenangi kamar lain, atau kamar hitung tidak terisi penuh, maka pengisian harus diulang.
 - g. Cuci kamar hitung segera setelah dipakai dengan air mengalir atau dengan air deterjen encer.

- h. Bila masih kotor, rendamlah dalam air deterjen, kemudian bilas dengan air bersih.
 - i. Pada waktu mencuci kamar hitung tidak boleh menggunakan sikat.
8. Lemari es (refrigerator) dan freezer
- a. Menggunakan lemari es dan freezer khusus untuk laboratorium.
 - b. Tempatkan lemari es sedemikian rupa sehingga bagian belakang lemari es masih longgar untuk aliran udara dan fasilitas kebersihan kondensor.
 - c. Pintu lemari es harus tertutup baik untuk mencegah keluarnya udara dingin dari bagian pendingin.
 - d. Lemari es dan freezer harus selalu dalam keadaan hidup.
 - e. Suhu dicatat setiap pagi dan sore hari.
 - f. Termometer yang digunakan harus sesuai dengan suhu alat yang dikalibrasi, misalnya 2°C - 8°C , -20°C atau -76°C .
9. Gas Chromatography–Mass Spectrometry
- a. Injektor
 - 1) Bersihkan bagian dalam secara teratur
 - 2) Periksa septum terhadap kebocoran dengan larutan berbusa
 - b. Kolom
 - 1) Amati sambungan kolom dengan menggunakan larutan sabun.
 - 2) Periksa kepadatan isi kolom dengan pengukuran aliran udara (flow rate) secara visual. Packed kolom mempunyai aliran udara 10-25 ml/menit, sedangkan kapiler kolom mempunyai aliran udara 1-2,5 ml/menit.
 - 3) Kolom yang baru perlu dilakukan pra kondisi dengan cara:
 - a) Ujung keluaran tidak disambungkan pada detektor
 - b) Alirkan gas pembawa 30 ml/menit selama 30 menit
 - c) Naikkan suhu kolom sampai batas suhu maksimum dari kolom yang bersangkutan selama 12-13 jam
 - c. Oven
Amati suhu kontrol pada waktu pemeriksaan
 - d. Gas
 - 1) Periksa tekanan gas dan aliran udara pada waktu pemeriksaan secara rutin. Perubahan aliran udara dapat disebabkan oleh karena kebocoran.
 - 2) Gas karier dimurnikan dari oksigen dan uap air dengan menggunakan filter/gas uap.
 - 3) Lakukan pemeriksaan gas dengan cara mengalirkan gas pada tekanan maksimum setiap bulan. Bila ada bagian yang rusak segera diganti.

- e. **Detektor**
Lakukan pembersihan dengan hati-hati sesuai dengan petunjuk dari pabrik secara rutin.
10. **Mikroskop**
- a. Letakkan mikroskop di tempat yang datar dan tidak licin.
 - b. Bila menggunakan cahaya matahari, tempatkan di tempat yang cukup cahayadengan mengatur cermin sehingga diperoleh medan penglihatan yang terang.
 - c. Biasakan memeriksa dengan menggunakan lensa obyektif 10x dulu, bila sasaransudah jelas, perbesar dengan objektif 40x dan bila perlu dengan 100x. Untukpembesar 100x gunakan minyak imersi.
 - d. Bersihkan lensa dengan kertas lensa atau kain yang lembut setiap hari setelah selesai bekerja, terutama bila lensa terkena minyakimersi bersihkan dengan eter alkohol (lihat referensi).
 - e. Jangan membersihkan/merendam lensa dengan alkohol atau sejenisnya karenaakan melarutkan perekatnya sehingga lensa dapat lepas dari rumahnya.
 - f. Jangan menyentuh lensa obyektif dengan jari.
 - g. Jangan membiarkan mikroskop tanpa lensa okuler atau obyektif, karena kotoranakan mudah masuk.
 - h. Bila lensa obyektif dibuka, tutup dengan penutup yang tersedia.
 - i. Saat mikroskop disimpan, lensa obyektif 10x atau 100x tidak boleh berada padasatu garis dengan kondensor, karena dapat mengakibatkan lensa pecah bila ulirmakrometer dan mikrometemya sudah rusak.
 - j. Simpan mikroskop di tempat yang rendah kelembabannya, dapat dengan caramemberikan penerangan lampu wolfram atau dengan silika gel.
11. **Otoklaf (Autoclave)**
- a. Bagian bawah autoklaf harus terisi air bebas mineral sampai setinggi penyangga.
 - b. Pastikan bahwa air akan cukup selama proses sterilisasi.
 - c. Pastikan autoklaf tertutup dan karet pengunci terpasang di lekukannya.
 - d. Katup udara keluar harus terbuka.
 - e. Pastikan pemanas (elektrik, gas atau kerosene) hidup.
 - f. Pastikan katup pengaman terpasang selama pemanasan.
 - g. Pastikan proses selesai sebelum melepas tutup atau membuka.
 - h. Pastikan bahan yang disterilisasi cukup lama didiamkan sampai dingin.
 - i. Catat suhu, tekanan dan waktu setiap digunakan.

12. Oven

- a. Bagian dalam oven harus dibersihkan sekurang-kurangnya setiap bulan.
- b. Pintu oven baru boleh dibuka setelah suhu turun sampai 40°C.
- c. Catat suhu dan waktu setiap digunakan.

13. Penangas air (Waterbath)

- a. Ketinggian air perlu diperiksa tiap hari. Tinggi air dalam waterbath harus lebih tinggi dari larutan yang akan di inkubasi.
- b. Kebersihan dinding bagian dalam harus diperhatikan dengan mengganti air setiap hari. Sebaiknya gunakan aquades.
- c. Catat suhu setiap digunakan.

14. Pipet

- a. Gunakan pipet gelas yang sesuai dengan peruntukannya yaitu pipet transfer yang dipakai untuk memindahkan sejumlah volume cairan yang tetap dengan teliti, serta pipet ukur yang dipakai untuk memindahkan berbagai volume tertentu yang diinginkan.
- b. Gunakan pipet yang bersih dan kering serta ujungnya masih utuh dan tidak retak.
- c. Cara penggunaan pipet harus disesuaikan dengan jenis pipet.
- d. Pemipetan cairan tidak boleh menggunakan mulut.
- e. Pemandahan cairan dari pipet ke dalam wadah harus dilakukan dengan caramenempelkan ujung pipet yang telah dikeringkan dahulu bagian luarnya dengankertas tissue pada dinding wadah/bejana dalam posisi tegak lurus dan cairandibiarkan mengalir sendiri.
- f. Pipet volumetrik tidak boleh ditiup.
- g. Pipet ukur yang mempunyai tanda cincin di bagian atas, setelah semua cairandialirkan maka sisa cairan diujung pipet dikeluarkan dengan ditiup memakai alatbantu pipet
- h. Pipet ukur yang tidak mempunyai tanda cincin tidak boleh ditiup.
- i. Pipet dengan volume kecil (1-500 ul) harus dibilas untuk mengeluarkan sisa cairanyang menempel pada dinding bagian dalam.
- j. Pipet untuk pemeriksaan biakan harus steril.
- k. Pipet yang telah dipakai untuk memipet larutan basa harus dibilas dahulu dengan larutan yang bersifat asam dengan konsentrasi rendah, sedangkan yang telah dipakai untuk memipet larutan asam harus dibilas dengan larutan yang bersifatbasa lemah, kemudian direndam dalam aquades selama satu malam, kemudian bilas lagi dengan aquade mineral.
- l. Pipet yang sudah dipakai harus direndam dalam larutan antiseptik, kemudian baru dicuci.

15. Pipet Semiotomatik

- a. Pada pipet semiotomatik, tip pipet tidak boleh dipakai ulang karena pencucian tip pipet akan mempengaruhi kelembaban plastik tip pipet, juga pengeringan sering kali menyebabkan tip meramping dan berubah bentuk saat pemanasan.
- b. Penggunaan tidak boleh melewati batas antara tip dan pipetnya.
- c. Tip yang digunakan harus terpasang erat.
- d. Sesudah penggunaan harus dibersihkan dan disimpan dengan baik di dalam rak pipet.

16. pH meter

- a. Letak konektor pada pH meter untuk tempat elektroda harus diperhatikan dengan baik, jangan sampai salah menghubungkan.
- b. Pada saat menuang cairan kimia harus hati-hati, jangan sampai tumpah ke pHmeter, karena akan merusak komponen di dalamnya.
- c. Elektroda harus terendam dalam cairan.

17. Rotator

Bersihkan bagian luar alat dan bagian-bagian yang berputar diberi pelumas secara teratur. Perhatikan ke-aus-an bagian yang berputar.

18. Sentrifus

- a. Letakkan sentrifus pada tempat yang datar.
- b. Gunakan tabung dengan ukuran dan tipe yang sesuai untuk tiap sentrifus.
- c. Beban harus dibuat seimbang sebelum sentrifus dijalankan, kecuali pada sentrifus mikrohematokrit karena tabung kapiler sangat kecil.
- d. Pada penggunaan sentrifus mikrohematokrit, tabung kapiler harus ditutup pada salah satu ujungnya untuk menghindari keluarnya darah.
- e. Pastikan bahwa penutup telah menutup dengan baik dan kencang sebelum sentrifus dijalankan.
- f. Periksa bantalan pada wadah tabung. Bila bantalan tidak ada maka tabung mudah pecah waktu disentrifus karena adanya gaya sentrifugal yang kuat menekan tabung kaca ke dasar wadah. Bantalan harus sesuai dengan ukuran dan bentuk tabung.
- g. Putar tombol kecepatan pelan-pelan sesuai kecepatan yang diperlukan.
- h. Hentikan segera bila beban tidak seimbang atau terdengar suara aneh.
- i. Jangan mengoperasikan sentrifus dengan tutup terbuka.

- j. Jangan menggunakan sentrifus dengan kecepatan yang lebih tinggi dari keperluan.
- k. Jangan membuka tutup sentrifus sebelum sentrifus benar-benar telah berhenti.

19. Timbangan analitik/digital

- a. Diletakkan pada meja datar, permanen, terhindar dari getaran dan angin, tidak boleh digeser .
- b. Periksa selalu jarum petunjuk angka (angka menunjuk 0) setiap kali akan menimbang (untuk timbangan analitik).
- c. Gunakan selalu pinset untuk mengangkat anak timbangan.
- d. Bahan yang akan ditimbang harus sesuai suhu kamar.
- e. Bahan yang ditimbang tidak boleh tercecer sehingga mempengaruhi hasil penimbangan.
- f. Mengurangi atau menambah beban dilakukan pada saat timbangan dalam keadaan istirahat.
- g. Pintu kotak selalu tertutup pada waktu menimbang.

Contoh pemeliharaan berbagai peralatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemeliharaan Peralatan

JENIS PERALATAN	JENIS KEGIATAN	FREKUENSI
Fotometer	- Periksa kebersihan kuvet (cuci dengan air akuades, air demineral atau air suling) - Rendam kuvet dalam larutan extran 5% - Bersihkan fotodetektor	Tiap hari dan tiap akan melakukan analisis Tiap minggu/hari libur
Inkubator	Bersihkan bagian dalam dan rak dengan disinfektan	Tiap bulan
Kamar hitung	Bersihkan menurut cara yang benar	Tiap kali selesai dipakai

JENIS PERALATAN	JENIS KEGIATAN	FREKUENSI
Lemari es/ Freezer	Bersihkan dan defrost Catatsuh	Tiap bulan Tiap pagi & sore hari
Mikroskop	Bersihkan lensa dengan kertas lensa atau kain yang lembut	Tiap hari (selesai bekerja)
Otoklaf/ Autoclave	Bersihkan Ganti air dalam otoklaf	Tiap bulan Tiap minggu
Oven	Bersihkan bagian dalam oven	Tiap bulan
Penangas Air	Bersihkan dinding bagian dalam dan ganti air Periksa ketinggian air Periksa suhu	Tiap bulan Tiap hari Tiap pemakaian
pH Meter	Bersihkan elektroda, bersihkan flow cell elektroda, elektroda harus terendam dalam cairan pH netral, ganti membran elektroda, ganti cairan pengisi elektroda	Sesuai petunjuk pabrik
Pipet gelas	Setelah dipakai direndam dalam larutan antiseptik Cuci	Tiap kali pakai
Rotator	Bersihkan bagian luar Kencangkan sekrup pada rangka pengocok minyaki mesin Periksa ke-aus-an sikat dan bagian berputar lain.	Seperlunya Seperlunya Seperlunya Seperlunya
Sentrifus	Bersihkan dinding dalam dengan disinfektan (misal: alkohol)	Tiap hari atau tiap kali tabung pecah

JENIS PERALATAN	JENIS KEGIATAN	FREKUENSI
Spektrofotometer	Catat waktu pemakaian lampu	Tiap hari
	Periksa sumber cahaya (lampu)	Tiap hari
	Periksa kebersihan monokromator	Tiap hari
Timbangan Analitik/ digital	Bersihkan dari debu, ceceran zat yang ditimbang	Tiap habis pakai

D. PEMECAHAN MASALAH (TROUBLESHOOTING) KERUSAKAN ALAT

Dalam melakukan pemeriksaan seringkali terjadi suatu ketidakcocokan hasil, malfungsi alat ataupun kondisi yang tidak kita inginkan yang mungkin disebabkan oleh karena adanya gangguan pada peralatan. Untuk itu perlu adanya pemecahan masalah (troubleshooting).

Pemecahan masalah (troubleshooting) adalah proses atau kegiatan untuk mencari penyebab terjadinya penampilan alat yang tidak memuaskan, dan memilih cara penanganan yang benar untuk mengatasinya. Makin canggih suatu alat, akan makin kompleks permasalahan yang mungkin terjadi.

Contoh troubleshooting pada fotometer dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Contoh Troubleshooting pada fotometer

TANDA-TANDA	PENYEBAB	TINDAKAN
Data/hasil tidak muncul	Jumlah sampel yang dihisap kurang	Tambahkan sampel
	Proses reaksi terlalu cepat	Turunkan waktu proses
	Flow cell terkontaminasi	Bersihkan dengan larutan pembersih
	Lampu halogen tidak efektif	Ganti yang baru
	Posisi lampu tidak tepat	Betulkan posisinya

TANDA-TANDA	PENYEBAB	TINDAKAN
	Temperatur flow cell ada masalah	Periksa temperatur
	Sampel lipemik	Hasil diberi keterangan
	Sampel hemolitik	Ditolak, ambil sampel baru
	Konsentrasi zat terlalu tinggi	Encerkan sampel
	Reagen tidak baik	Konsultasikan dengan pemasok

TANDA-TANDA	PENYEBAB	TINDAKAN
Sampel tidak dapat dihisap	Katup penghisap tertutup	Buka
	Selang penghisap tidak berfungsi	Ganti dengan yang baru
	Selang penghisap tidak kencang (longgar)	Kencangkan
	Sambungan selang longgar atau lengket	Periksa bagian dalam dan luar selang, kencangkan atau ganti dengan yang baru

Hal-hal yang perlu diperhatikan bila terjadi permasalahan pada peralatan:

1. Tetaplah tenang dan berpikirlah dengan jernih.
2. Pastikan masalahnya jangan membuat asumsi tentang kemungkinan permasalahan.
3. Jika penanganan sederhana gagal, minta bantuan supervisor/atasan atau hubungi agen untuk menanyakan masalah tersebut.
4. Tempelkan label bahwa alat rusak.
5. Catatlah semua tindakan/upaya perbaikan pada catatan khusus seperti

contoh formulir di bawah ini.

Contoh Formulir Pencatatan Perbaikan Alat

Alat : Inkubator

Merk/tipe/no seri :

Ruang :

Tgl.	Suhu yang diukur	Petugas	Kondisi	Jenis kerusakan	Tindakan Perbaikan	Tgl. service (teknisi)

Penanggungjawab

(.....)

F. KALIBRASI PERALATAN

Kalibrasi peralatan sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil pemeriksaan laboratorium yang terpercaya menjamin penampilan hasil pemeriksaan.

Kalibrasi peralatan dilakukan pada saat awal, ketika alat baru di install dan diuji fungsi, dan selanjutnya wajib dilakukan secara berkala sekurang-kurangnya satu kali dalam satu tahun, atau sesuai dengan pedoman pabrikan prasarana dan alat kesehatan serta ketentuan peraturan perundang-undangan sesuai instruksi pabrik.

Kalibrasi peralatan dapat dilakukan oleh teknisi penjual alat, petugas laboratorium yang memiliki kompetensi dan pernah dilatih, atau oleh institusi yang berwenang.

Kalibrasi serta fungsi peralatan dan sistem analitik secara berkala harus dipantau dan dibuktikan memenuhi syarat/sesuai standar laboratorium harus mempunyai dokumentasi untuk pemeliharaan, tindakan pencegahan sesuai rekomendasi pabrik pembuat. Semua Instruksi pabrik untuk penggunaan dan pemeliharaan alat harus sepenuhnya dipenuhi.

G. PENANGGUNG JAWAB ALAT

Berbagai jenis alat yang digunakan di laboratorium mempunyai cara operasional dan pemeliharaan yang berbeda satu dengan lainnya, dan biasanya digunakan oleh lebih dari 1 orang. Walaupun pihak distributor alat menyediakan teknisi untuk perbaikan apabila terjadi kerusakan, namun untuk pemeliharaan alat harus dilakukan sendiri oleh pihak laboratorium.

Oleh karena itu harus ditentukan seorang petugas yang bertanggung jawab atas kegiatan pemeliharaan alat dan operasional alat melalui kegiatan pemantauan dan mengusahakan perbaikan apabila terjadi kerusakan.

BAB IV

BAHAN LABORATORIUM

Bahan laboratorium yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan ini terdiri dari reagen, bahan standar, bahan kontrol, air dan media. Hal-hal yang akan dibahas adalah mengenai macam/jenis, dasar pemilihan, pengadaan dan penyimpanan.

A. MACAM/JENIS

1. Reagen

Reagen adalah zat kimia yang digunakan dalam suatu reaksi untuk mendeteksi, mengukur, memeriksa dan menghasilkan zat lain.

a. Menurut tingkat kemurniannya reagen/zat kimia dibagi menjadi:

1) Reagen Tingkat Analitis (Analytical Reagent/AR)

Reagen tingkat analitis adalah reagen yang terdiri atas zat-zat kimia yang mempunyai kemurnian sangat tinggi.

Kemurnian zat-zat tersebut dianalisis dan dicantumkan pada botol/wadahnya.

Penggunaan bahan kimia AR pada laboratorium kesehatan tidak dapat digantikan dengan zat kimia tingkat lain.

2) Zat Kimia Tingkat Lain

Zat kimia lain tersedia dalam tingkatan dan penggunaan yang berbeda, yaitu:

a) tingkat kemurnian kimiawi (chemically pure grade).

beberapa bahan kimia organik berada pada tingkatan ini, tetapi penggunaannya sebagai reagen laboratorium kesehatan harus melewati tahap pengujian yang teliti sebelum dipakai rutin. Tidak adanya zat-zat pengotor pada satu lot tidak berarti lot-lot yang lain pada tingkat ini cocok untuk analisis.

b) tingkat praktis (practical grade).

c) tingkat komersial (commercial grade).

merupakan kadar zat kimia yang bebas diperjual belikan di pasaran misalnya, alkohol 70 %.

d) tingkat teknis (technical grade).

umumnya zat kimia dalam tingkatan ini digunakan di industri-industri kimia.

Zat kimia yang digunakan di Laboratorium Klinik ialah zat kimia tingkat analitis atau beberapa bahan kimia organik pada tingkat kemurnian kimiawi yang telah melewati tahap pengujian sebelum dipakai rutin. Ketiga jenis tingkatan zat kimia lainnya tidak boleh digunakan sebagai reagen di laboratorium kesehatan.

b. Menurut cara pembuatannya, dibagi menjadi:

- 1) reagen buatan sendiri
- 2) reagen jadi (komersial)

reagen jadi adalah reagen yang dibuat oleh pabrik/produsen.

2. Bahan Standar

Bahan standar adalah zat-zat yang konsentrasi atau kemurniannya diketahui dan diperoleh dengan cara penimbangan. Ada 2 macam standar, yaitu:

a. Bahan standar Primer

Bahan standar primer merupakan zat termurni dalam kelasnya, yang menjadi standar untuk semua zat lain. Bahan standar primer umumnya mempunyai kemurnian > 99%, bahkan banyak yang kemurniannya 99,9%. Kemurnian bahan standar primer dapat dilihat pada sertifikat analisis (CoA=Certificate of Analysis) tertelusur ke Standard Reference Material (SRM).

Syarat bahan standar primer:

- 1) stabil.
- 2) dapat dibakar sampai suhu 105-110°C tanpa perubahan kimia, atau tidak meleleh, tersublimasi, terdekomposisi atau mengalami reaksi kimia sampai suhu 120-130°C.
- 3) tidak higroskopis.
- 4) mempunyai komposisi yang jelas.
- 5) dapat disiapkan dengan kemurnian > 99,0%.
- 6) dapat dianalisis secara tepat.
- 7) mempunyai ekivalensi berat yang tinggi sehingga kesalahan penimbangan berefek minimal terhadap konsentrasi larutan standar.

Larutan standar primer merupakan larutan yang dibuat dari bahan standar primer.

b. **Bahan Standar sekunder**

Bahan standar sekunder merupakan zat-zat yang konsentrasi dan kemurniannya ditetapkan melalui analisis dengan perbandingan terhadap bahan standar primer.

3. **Bahan kontrol**

Bahan kontrol adalah bahan yang digunakan untuk memantau ketepatan suatu pemeriksaan di laboratorium, atau untuk mengawasi kualitas hasil pemeriksaan sehari-hari.

Bahan kontrol dapat dibedakan berdasarkan:

a. **sumber bahan kontrol**

Ditinjau dari sumbernya, bahan kontrol dapat berasal dari manusia, binatang atau merupakan bahan kimia murni (tertelusur ke Standard Reference Material/SRM).

b. **bentuk bahan kontrol**

Menurut bentuk bahan kontrol ada bermacam-macam, yaitu bentuk cair, bentuk padat bubuk (liofilisat) dan bentuk strip.

Bahan kontrol bentuk padat bubuk atau bentuk strip harus dilarutkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

c. **cara Pembuatan**

Bahan kontrol dapat dibuat sendiri atau dapat dibeli dalam bentuk sudah jadi.

Ada beberapa macam bahan kontrol yang dibuat sendiri, yaitu:

a. **Bahan kontrol yang dibuat dari serum disebut juga serum kumpulan (pooled sera). Pooled sera merupakan campuran dari bahan sisa serum pasien yang sehari-hari dikirim ke laboratorium.**

Keuntungan dari serum kumpulan ini antara lain: mudah didapat; murah; bahan berasal dari manusia; tidak perlu dilarutkan (rekonstitusi); dan laboratorium mengetahui asal bahan kontrol. Kekurangannya memerlukan tambahan waktu dan tenaga untuk membuatnya; harus membuat kumpulan khusus untuk enzim, dll; cara penyimpanan mungkin sukar bila kondisi suhu -70°C (deep freezer) tidak ada atau terlalu kecil; dan analisis statistik harus dikerjakan tiap 3 - 4 bulan.

Serum yang dipakai harus memenuhi syarat yaitu tidak boleh ikterik atau hemolitik. Pembuatan dan pemeriksaan bahan kontrol ini harus

dilakukan hati-hati sesuai dengan pedoman keamanan laboratorium, karena bahan ini belum tentu bebas dari HIV, HBV, HCV dan lain-lain.

- b. Bahan kontrol yang dibuat dari bahan kimia murni sering disebut sebagai larutan spikes.
- c. Bahan kontrol yang dibuat dari lisat, disebut juga hemolisat.
- d. Kuman kontrol yang dibuat dari strain murni kuman.

Adapun macam bahan kontrol yang dibeli dalam bentuk sudah jadi (komersial) adalah:

a. Bahan kontrol Unassayed

Bahan kontrol unassayed merupakan bahan kontrol yang tidak mempunyai nilai rujukan sebagai tolok ukur. Nilai rujukan dapat diperoleh setelah dilakukan periode pendahuluan. Biasanya dibuat kadar normal atau abnormal (abnormal tinggi atau abnormal rendah). Kebaikan bahan kontrol jenis ini ialah lebih tahan lama, bisa digunakan untuk semua tes, tidak perlu membuat sendiri. Kekurangannya adalah kadang-kadang ada variasi dari botol ke botol ditambah kesalahan pada rekonstitusi, sering serum diambil dari hewan yang mungkin tidak sama dengan serum manusia. Karena tidak mempunyai nilai rujukan yang baku maka tidak dapat dipakai untuk kontrol akurasi. Pemanfaatan bahan kontrol jenis ini untuk memantau ketelitian pemeriksaan atau untuk melihat adanya perubahan akurasi. Uji ketelitian dilakukan setiap hari pemeriksaan.

b. Bahan kontrol Assayed

Bahan kontrol assayed merupakan bahan kontrol yang diketahui nilai rujukannya serta batas toleransi menurut metode pemeriksaannya. Harga bahan kontrol ini lebih mahal dibandingkan jenis unassayed. Bahan kontrol ini digunakan untuk kontrol akurasi dan juga presisi.

Selain itu, bahan kontrol assayed digunakan untuk menilai alat dan cara baru.

Untuk dapat digunakan sebagai bahan kontrol suatu pemeriksaan, bahan tersebut harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a. Memiliki komposisi sama atau mirip dengan spesimen.

Misalnya untuk pemeriksaan urin digunakan bahan kontrol urin atau zat yang menyerupai urin.

b. Komponen yang terkandung di dalam bahan kontrol harus stabil, artinya selama masa penyimpanan bahan ini tidak boleh mengalami perubahan.

- c. Hendaknya disertai dengan sertifikat analisis yang dikeluarkan oleh pabrik yang bersangkutan pada bahan kontrol jadi (komersial).

4. Air

Air merupakan bahan termurah dari semua bahan yang digunakan di laboratorium tetapi air merupakan bahan terpenting dan yang paling sering digunakan, oleh karena itu kualitas air yang digunakan harus memenuhi standar seperti halnya bahan lain yang digunakan dalam analisis.

Laboratorium harus menetapkan tingkat kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan tingkat kualitasnya, terdapat beberapa jenis air yaitu air jenis 1, air jenis 2 dan air jenis 3. Spesifikasi masing-masing jenis air dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Spesifikasi jenis-jenis air untuk laboratorium

SPESIFIKASI	JENIS AIR		
	Jenis 1	Jenis 2	Jenis 3
Kandungan Bakteri maks (CFU/mL)	10	1000	-
Tahanan Listrik min (mega ohm-cm)	10	10	10
Kandungan silikat maks. (mg/L SiO ₂)	0,05	0,1	1,0
pH	7,0	7,0	5,0-8,0

Bakteri dalam air dapat menginaktivasi reagen, dapat berperan dalam jumlah total kontaminasi organik, atau mengubah sifat optis larutan.

Tahanan listrik menghasilkan ukuran non spesifik kandungan ion. Silikat mempengaruhi pemeriksaan pada sebagian besar penentuan enzim, analisis elektrolit dan logam berat.

5. Media

Media adalah suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi (nutrient) yang dipakai untuk menumbuhkan mikroba.

Supaya mikroba dapat tumbuh dengan baik dalam suatu media, perlu dipenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Harus mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan oleh mikroba.
- b. Harus mempunyai tekanan osmose, tegangan muka dan pH yang sesuai.
- c. Tidak mengandung zat-zat penghambat
- d. Harus steril.

Jenis media dapat digolongkan berdasarkan:

a. Susunan kimia

Berdasarkan susunan kimianya, terdapat berbagai jenis media yaitu:

- 1) Media anorganik: media yang tersusun dari bahan-bahan anorganik, misalnya silika gel.
- 2) Media organik: media yang tersusun dari bahan-bahan organik.
- 3) Media sintetis: media buatan, dengan ramuan yang tertentu, baik ready for use maupun ramuan sendiri.
- 4) Media non sintetis: media alamiah, misalnya media wortel, media kentang dan lain-lain.

b. Konsistensi/kepadatan

Berdasarkan konsistensinya, terdapat berbagai jenis media yaitu:

- 1) Media cair (liquid medium), yaitu media bentuk cair (broths) misalnya: air pepton, nutrient broth, Tarozzi dan lain-lain.
- 2) Media setengah padat (semi solid medium), misalnya: SIM agar, Carry & Blair dan lain-lain.
- 3) Media padat (solid medium), yaitu media bentuk padat/beku misalnya: media wortel, media kentang, media agar dan lain-lain.

c. Fungsi

Berdasarkan fungsinya, terdapat berbagai jenis media yaitu:

- 1) Media transpor: perbenihan yang digunakan untuk mengirimkan spesimen dari suatu tempat ke laboratorium.

Contoh : Carry and Blair untuk tinja/rectal swab Stuart,

Amies untuk usap nasofaring

- 2) Enrichment media: perbenihan yang digunakan untuk memperbanyak bakteri, baik yang ada di dalam spesimen maupun koloni-koloni yang kecil-kecil.

Contoh : Brain Heart Infusion broth untuk darah (aerob)
Thioglycolate broth untuk darah (anaerob)

- 3) Enrichment exclusive media: perbenihan yang dapat memperbanyak segolongan bakteri sedangkan bakteri lainnya dihambat atau tidak dapat tumbuh.

Contoh : Alcalis pepton water untuk *Vibrio* spp
Selenite broth untuk *Salmonella* spp

- 4) Exclusive media: perbenihan yang hanya dapat ditumbuhi segolongan bakteri saja, sedangkan bakteri lainnya tidak tumbuh dan dapat dibeda-bedakan koloni species satu dengan lainnya.

Contoh : Blood Tellurite plate untuk difteri
Azide agar untuk *Enterococcus* spp

- 5) Media universal: perbenihan yang dapat ditumbuhi oleh hampir semua jenis bakteri.

Contoh : Blood Agar, Brain Heart infusion agar, Tryptose soy

- 6) Selective media: perbenihan yang dapat digunakan untuk membedakan golongan satu dengan lainnya. sehingga dapat dipilih koloni-koloni bakteri yang dicarinya.

Contoh : Blood agar, Brain Heart infusion agar.
SS Agar untuk *Salmonella Shigella*.

- 7) Media identifikasi: perbenihan untuk 1 jenis ataupun untuk menentukan jenis bakteri, biasanya digunakan beberapa jenis media.

Contoh: Media gula-gula, Simon's Citrat Agar

d. Cara pembuatan

Berdasarkan cara pembuatannya. terdapat 2 jenis media yaitu:

- 1) Media buatan sendiri
 - a) dari bahan dasar
 - b) dari media dehidrasi (dehydrated)
- 2) Media jadi (komersial)

B. DASAR PEMILIHAN

Pada umumnya untuk memilih bahan laboratorium yang akan dipergunakan harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. kebutuhan.
2. produksi pabrik yang telah dikenal dan mempunyai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi.
3. deskripsi lengkap dari bahan atau produk.
4. mempunyai masa kadaluarsa yang panjang.
5. volume atau isi kemasan.
6. digunakan untuk pemakaian ulang atau sekali pakai.
7. mudah diperoleh di pasaran.
8. besarnya biaya tiap satuan (nilai ekonomis).
9. pemasok/vendor.
10. kelancaran dan kesinambungan pengadaan.
11. pelayanan purna jual.
12. terdaftar sebagai bahan laboratorium dan alat kesehatan di Kementerian Kesehatan.

Selain hal-hal tersebut di atas untuk masing-masing bahan laboratorium perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Reagen
 - a. Untuk analisis di laboratorium harus dipilih reagen tingkat analitis.
Beberapa zat organik dengan tingkat *chemically pure* harus diuji untuk setiap lot sebelum dipakai dalam penggunaan rutin, sedangkan zat kimia *practical grade*, *commercial grade* atau *technical grade* tidak boleh digunakan di laboratorium.
 - b. Reagen yang sudah jadi (komersial) direkomendasikan sebagai pilihan utama. Reagen buatan sendiri dipilih bila tidak tersedia reagen jadi/komersial.

Keuntungan reagen buatan sendiri:

- 1) Dapat dibuat segar sehingga penundaan dan kerusakan baik dalam transportasi maupun dalam penyimpanan dapat dihindari.
- 2) Penggunaan zat pengawet dapat dihindari.
- 3) Bila timbul masalah mengenai reagen dan standar, pemecahannya lebih mudah sebab proses pembuatannya diketahui.

4) Bila reagen terkontaminasi atau rusak tidak perlu menunggu pengiriman reagen berikutnya.

5) Merupakan penghematan.

Kerugian reagen buatan sendiri

1) Sulit distandardisasi.

2) Biasanya tidak melalui uji Quality Control (QC).

3) Tidak dapat ditentukan stabilitasnya.

2. Bahan Standar

Bahan standar primer merupakan standar yang direkomendasi. Digunakan dalam bentuk larutan untuk analisis.

3. Bahan Kontrol

Pemilihan bahan kontrol didasarkan pada hal-hal sebagai berikut:

a. Spesimen yang akan diperiksa.

Apabila spesimen yang diperiksa berasal dari manusia maka lebih baik menggunakan bahan kontrol yang berasal dari manusia, karena beberapa zat dalam bahan kontrol yang berasal dari binatang berbeda dengan bahan kontrol berasal dari manusia.

Sedangkan spesimen selain dari manusia, misalnya air dan lain-lain hendaknya menggunakan bahan kontrol yang berasal dari bahan kimia murni.

b. Penggunaan

1) Bahan kontrol yang dibuat dari bahan kimia murni banyak dipakai pada pemeriksaan kimia lingkungan selain itu digunakan pula pada bidang kimia klinik dan urinalisis.

2) Pooled sera dan liofilisat banyak digunakan di bidang kimia klinik dan imunoserologi.

3) Bahan kontrol assayed digunakan untuk uji ketepatan dan ketelitian pemeriksaan, uji kualitas reagen, uji kualitas alat dan uji kualitas metode pemeriksaan.

4) Bahan kontrol unassayed digunakan untuk uji ketelitian suatu pemeriksaan.

5) Kuman kontrol digunakan untuk menguji mutu reagen/ media pada bidang mikrobiologi.

c. **Stabilitas bahan kontrol**

Umumnya bentuk padat bubuk (liofilisat) lebih stabil dan tahan lama dari pada bentuk cair. Untuk memudahkan transportasi, umumnya bentuk padat bubuk dibuat dalam bentuk strip.

Stabilitas bahan kontrol yang dibuat sendiri kurang terjamin, selain itu juga mempunyai bahaya infeksi yang tinggi.

4. **Air**

Pemilihan jenis air didasarkan pada penggunaannya, yaitu:

a. **Air Jenis 1/Air Suling/Aquades digunakan untuk:**

Metode kultur jaringan atau sel; analisis kimia ultra-mikro; analisis kimia yang khusus dan kritis dengan satuan pada tingkat nanogram atau sub-nanogram bila diperlukan; penyiapan larutan standar, uji enzim, uji ligand, uji mineral dan logam berat, reagen tanpa pengawet dan uji kuantitatif metode imunofluoresen.

b. **Air Jenis 2/Air Demineralisasi/Aquades digunakan untuk:**

Sebagian besar metode pemeriksaan laboratorium kesehatan rutin, penyiapan media mikrobiologi, pengecatan dan pewarnaan histologi, pembuatan reagen yang akan disterilkan dan reagen dengan zat pengawet.

c. **Air Jenis 3/Air Bersih digunakan untuk:**

Sebagian besar pemeriksaan kualitatif; pencucian alat gelas; pemeriksaan laboratorium umum yang tidak memerlukan air jenis 1 atau 2.

<p>Penggunaan Air jenis 1</p>	<p>Digunakan untuk metode pemeriksaan yang memerlukan pengganggu minimum dan ketepatan serta ketelitian yang tinggi.</p>
<p>Air jenis 2</p>	<p>Digunakan untuk pemeriksaan laboratorium umum yang tidak memerlukan air jenis 1, misalnya untuk persiapan reagen, pewarnaan atau pengecatan. Penyimpanan dan pengangkutan harus di perhatikan kontaminasi minimum dari bahan kimia dan mikroorganisme.</p>
<p>Air jenis 3</p>	<p>Digunakan untuk pencucian peralatan gelas dan prosedur kualitatif tertentu misalnya pada urinalisa.</p>

Pembuatan	
Air jenis 1	Dibuat dengan destilasi atau deionisasi atau reverse osmosis yang dilanjutkan dengan membran filter 0,2 μm pore, dengan syarat resistivity >10 mega ohm-cm pada 25°C.
Air jenis 2	Dibuat dengan cara destilasi atau deionisasi, dengan syarat resistivity >1,0 mega ohm-cm pada suhu 25°C.
Air jenis 3	Dibuat dengan destilasi dengan syarat resistivity 0,1 mega ohm-cm pada suhu 25°C.

5. Media

Untuk pemilihan media yang akan dipergunakan harus mempertimbangkan tujuan pemeriksaan, stabilitas, transportasi dan nilai ekonomis.

C. PENGADAAN

Pengadaan bahan laboratorium harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Tingkat persediaan

Pada umumnya tingkat persediaan harus selalu sama dengan jumlah persediaan yaitu jumlah persediaan minimum ditambah jumlah safety stock.

Tingkat persediaan minimum adalah jumlah bahan yang diperlukan untuk memenuhi kegiatan operasional normal, sampai pengadaan berikutnya dari pembekal atau ruang penyimpanan umum.

Safety Stock adalah jumlah persediaan cadangan yang harus ada untuk bahan-bahan yang dibutuhkan atau yang sering terlambat diterima dari pemasok.

Buffer stock adalah stok penyangga kekurangan reagen di laboratorium.

Reserve stock adalah cadangan reagen/sisa.

2. **Perkiraan jumlah kebutuhan**

Perkiraan kebutuhan dapat diperoleh berdasarkan jumlah pemakaian atau pembelian bahan dalam periode 6-12 bulan yang lalu dan proyeksi jumlah pemeriksaan untuk periode 6-12 bulan untuk tahun yang akan datang. Jumlah rata-rata pemakaian bahan untuk satu bulan perlu dicatat.

3. **Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan bahan (delivery time)**

Lamanya waktu yang dibutuhkan mulai dari pemesanan sampai bahan diterima dari pemasok perlu diperhitungkan, terutama untuk bahan yang sulit didapat.

D. PENYIMPANAN

Bahan laboratorium yang sudah ada harus ditangani secara cermat dengan mempertimbangkan:

1. **Perputaran pemakaian dengan menggunakan kaidah :**

- a. **Pertama masuk -pertama keluar (FIFO-first in-first out), yaitu bahwa barang yang lebih dahulu masuk persediaan harus digunakan lebih dahulu.**
- b. **Masa kadaluarsa pendek dipakai dahulu (FEFO-first expired first out).**

Hal ini adalah untuk menjamin barang tidak rusak akibat penyimpanan yang terlalu lama.

2. **Tempat penyimpanan.**

3. **Suhu/kelembaban.**

4. **Sirkulasi udara.**

5. **Incompatibility/bahan kimia yang tidak boleh bercampur.**

Hal-hal khusus yang harus diperhatikan:

1. **Reagen Buatan Sendiri**

- a. **Harus diketahui sifat-sifat bahan kimia yang dibuat. Reagen tertentu tidak boleh disimpan berdekatan atau dicampur karena dapat bereaksi.**
- b. **Penyimpanan untuk reagen tertentu mempunyai persyaratan khusus, misalnya:**
- c. **Larutan berwarna disimpan dalam botol kaca berwarna coklat.**
- d. **Larutan yang tidak mengalami reaksi fotokimia di simpan dalam botol plastik putih.**
- e. **Cairan dan larutan organik disimpan dalam botol kaca berwarna coklat.**

- f. Disimpan pada suhu ruangan atau suhu dingin (2-8°C) atau harus beku disesuaikan dengan ketentuannya.
 - g. Harus dilakukan uji stabilitas dan uji homogenitas.
 - h. Diberi label nama reagen, tanggal pembuatan, nomor register, expired date.
2. Reagen jadi (komersial)
- a. Tutuplah botol waktu penyimpanan.
 - b. Tidak boleh terkena sinar matahari langsung.
 - c. Beberapa reagen ada yang harus disimpan dalam botol berwarna gelap.
 - d. Beberapa reagen tidak boleh diletakkan pada tempat yang berdekatan satu dengan lainnya.
 - e. Bahan-bahan yang berbahaya diletakkan di bagian bawah/lantai dengan label tanda bahaya.
 - f. Buat kartu stok yang memuat tanggal penerimaan, tanggal kadaluarsa, tanggal wadah reagen dibuka, jumlah reagen yang diambil dan jumlah reagen sisa serta paraf tenaga pemeriksa yang menggunakan.
3. Dehidrated media
- a. Media yang didehidratasi tidak dapat disimpan untuk waktu yang tak terbatas terutama bila penutup wadah telah dibuka.
 - b. Jumlah keseluruhan harus dikemas dalam wadah yang akan habis digunakan dalam 1-2 bulan.
 - c. Saat diterima, semua wadah tertutup rapat.
 - d. Tanggal penerimaan harus dicatat pada setiap wadah.
 - e. Semua media dehidratasi harus disimpan di tempat gelap, sejuk (suhu < 25°C) dan berventilasi baik. Rak-rak penyimpanan tidak boleh ditempatkan di dekat autoklaf atau tempat pencucian karena kelembaban dan suhu yang tinggi.
 - f. Tanggal membuka wadah harus dicatat pada wadah tersebut.
4. Media yang telah dilarutkan
- a. Hindari terkena cahaya matahari langsung atau panas.
 - b. Media yang diperkaya dengan darah, bahan organik atau antibiotik harus disimpan di dalam lemari es.
 - c. Harus dijaga agar media tidak mengalami kekeringan. Untuk media dalam cawan petri sebaiknya disimpan dalam kantong plastik tertutup dan disimpan di dalam lemari es.
 - d. Harus diperhatikan batas lama penyimpanannya, yaitu:

- 1) Tabung dengan sumbat kapas : 1 minggu.
- 2) Tabung dengan sumbat longgar : 1 minggu.
- 3) Cawan petri (dalam bungkus plastik): 3 minggu.
- 4) Botol dengan tutup ulir (screwcap) : 3 bulan.

5. **Bahan-bahan Kimia yang Tidak Boleh Bercampur (incompatible)**

Banyak bahan kimia di laboratorium yang dapat menimbulkan reaksi berbahaya jika tercampur satu sama lain, reaksi tersebut dapat berupa kebakaran dan atau ledakan. Beberapa contoh bahan kimia yang incompatible dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4.

Bahan-bahan reaktif yang bila tercampur menimbulkan kebakaran dan/atau ledakan

Bahan kimia	Hindarkan kontak dengan
Ammonium nitrat	Asam klorat, nitrat, debu organik, pelarut organik mudah terbakar, bubuk logam.
Asam asetat	Asam kromat, asam nitrat, perklorat, peroksida
Karbon aktif	Oksidator (klorat, perklorat, hipoklorit).
Asam kromat	Asam asetat, gliserin, alkohol, bahan kimia mudah terbakar.
Cairan mudah terbakar	Amonium nitrat, asam kromat, hidrogen peroksida, asam nitrat.
Hidrokarbon (butana, benzena, terpentin, benzin)	Fluor, klor, asam kromat, peroksida.
Kalium klorat/perklorat	Asam sulfat dan asam lainnya
Kalium permanganat	Gliserin, etilen glikol, Asam sulfat

BAB V
SPESIMEN

A. MACAM

Spesimen yang berasal dari manusia dapat berupa:

- | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Serum | 8. Sperma | 12. Cairan pleura* |
| 2. Plasma | 9. Swab tenggorok | 13. Cairan bronchus* |
| 3. Darah (Whole Blood) | 10. Swab rektum | 13. Cairan acites* |
| 4. Urin | 11. Sekret | 16. Cairan otak* |
| 5. Tinja | - Uretra | 17. Bilasan lambung* |
| 6. Dahak | - Vagina | 18. Sumsum tulang* |
| 7. Pus | - Telinga | 19. Kuku |
| | - Hidung | 20. Rambut |
| | - Mata | 21. Kerokan kulit |
| | | 22. Muntahan |

* Pengambilan tidak dilaksanakan di laboratorium

Sampel dapat diartikan sebagai bagian dari spesimen manusia atau dapat berupa bahan pemeriksaan bersumber lingkungan (non klinis) misalnya:

- § sisa makanan;
- § sisa bahan toksikologi;
- § air, udara;
- § makanan dan minuman; atau
- § usap alat makan, alat masak, alat medis dan lain-lain.

B. PERSIAPAN**1. Persiapan Pasien Secara Umum**

- a. Persiapan pasien untuk pengambilan spesimen pada keadaan basal:
- 1) Untuk pemeriksaan tertentu pasien harus puasa selama 8-12 jam sebelum diambil darah (lihat tabel 5).
 - 2) Pengambilan spesimen sebaiknya pagi hari antara pukul 07.00 - 09.00.

Tabel 5. Pemeriksaan yang perlu puasa

Jenis Pemeriksaan	Waktu Puasa
Glukosa	Puasa 10-12 jam
TTG (Tes Toleransi Glukosa)	Puasa 10-12 jam
Glukosa kurva harian	Puasa 10-12 jam
Trigliserida	Puasa 12 jam
Asam Urat	Puasa 10-12 jam
VMA	Puasa 10-12 jam
Renin (PRA)	Puasa 10-12 jam
Insulin	Puasa 8 jam
C. Peptide	Puasa 8 jam
Gastrin	Puasa 12 jam
Aldosteron	Puasa 12 jam
Homocysteine	Puasa 12 jam
Lp(a)	Puasa 12 jam
PTH Intact	Puasa 12 jam
Apo A1	Dianjurkan Puasa 12 jam puasapuspua
ApoB	Dianjurkan Puasa 12 jam

- b. Menghindari obat-obatan sebelum spesimen diambil:
 - 1) untuk pemeriksaan dengan spesimen darah, tidak minum obat 24 jam sebelum pengambilan spesimen.
 - 2) untuk pemeriksaan dengan spesimen urin, tidak minum obat 72 jam sebelum pengambilan spesimen.
 - 3) apabila pemberian pengobatan tidak memungkinkan untuk dihentikan, harus diinformasikan kepada petugas laboratorium.
Contoh: Sebelum pemeriksaan gula 2 jam pp pasien minum obat antidiabetes.
 - c. Menghindari aktifitas fisik/olah raga sebelum spesimen diambil.
 - d. Memperhatikan posisi tubuh
Untuk menormalkan keseimbangan cairan tubuh dari perubahan posisi, dianjurkan pasien duduk tenang sekurang-kurangnya 15 menit sebelum diambil darah.
 - e. Memperhatikan variasi diurnal (perubahan kadar analit sepanjang hari)
Pemeriksaan yang dipengaruhi variasi diurnal perlu diperhatikan waktu pengambilan darahnya, antara lain pemeriksaan ACTH, Renin, dan Aldosteron.
2. Faktor pada pasien yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan
- a. Diet
Makanan minuman dapat mempengaruhi hasil beberapa jenis pemeriksaan, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya:
 - 1) Pemeriksaan gula darah dan trigliserida
Pemeriksaan ini dipengaruhi secara langsung oleh makanan dan minuman (kecuali air putih tawar). Karena pengaruhnya yang sangat besar, maka pada pemeriksaan gula darah puasa, pasien perlu dipuasakan 10-12 jam sebelum darah diambil dan pada pemeriksaan trigliserida perlu dipuasakan sekurang-kurangnya 12 jam.
 - 2) Pemeriksaan laju endap darah, aktivitas enzim, besi dan trace element
Pemeriksaan ini dipengaruhi secara tidak langsung oleh makanan dan minuman karena makanan dan minuman akan mempengaruhi reaksi dalam proses pemeriksaan sehingga hasilnya menjadi tidak benar.

b. Obat-obat

Obat-obat yang diberikan baik secara oral maupun cara lainnya akan menyebabkan terjadinya respon tubuh terhadap obat tersebut.

Disamping itu pemberian obat secara intramuskular akan menimbulkan jejas pada otot sehingga mengakibatkan enzim yang dikandung oleh sel otot masuk ke dalam darah, yang selanjutnya akan mempengaruhi hasil pemeriksaan antara lain pemeriksaan Creatin kinase (CK) dan Lactic dehydrogenase (LDH). Obat-obat yang sering digunakan dan dapat mempengaruhi pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Daftar obat dan pemeriksaan yang dipengaruhi

JENIS OBAT	PEMERIKSAAN YANG DIPENGARUHI
Diuretik	- Hampir seluruh hasil pemeriksaan substrat dan enzim dalam darah akan meningkat karena terjadi hemokonsentrasi, terutama pemeriksaan Hb, Hitung sel darah, Hematokrit, Elektrolit - Pada urin akan terjadi pengenceran
Cafein	Sama dengan diuretik
Thiazid	- Glukosa darah - Tes toleransi glukosa
Pil KB (Hormon)	- LED - Kadar hormon
Morfin	Enzim hati (GOT, GPT)
Phenobarbital	GGT
Efedrin	Amphetamine dan metamphetamine
Asetosal	Uji hemostasis
Vitamin C	Analisis kimia urin
Obat antidiabetika	- Glukosa darah
Kortikosteroid	- Hitung eosinofil - Tes toleransi glukosa

c. Merokok

Merokok menyebabkan terjadinya perubahan cepat dan lambat pada kadar zat tertentu yang diperiksa. Perubahan cepat terjadi dalam 1 jam hanya dengan merokok 1-5 batang dan terlihat akibatnya berupa peningkatan kadar asam lemak, epinefrin, gliserol bebas, aldosteron dan kortisol. Ditemukan peningkatan kadar Hb pada perokok kronik.

Perubahan lambat terjadi pada hitung leukosit, lipoprotein, aktivitas beberapa enzim, hormon, vitamin, petanda tumor dan logam berat.

d. Alkohol

Konsumsi alkohol juga menyebabkan perubahan cepat dan lambat beberapa kadar analit. Perubahan cepat terjadi dalam waktu 2-4 jam setelah konsumsi alkohol dan terlihat akibatnya berupa peningkatan pada kadar glukosa, laktat, asam urat, dan terjadi asidosis metabolik. Perubahan lambat berupa peningkatan aktifitas γ -glutamyltransferase, AST, ALT, trigliserida, kortisol dan MCV (mean corpuscular volume) sel darah merah.

e. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik dapat menyebabkan terjadinya pemindahan cairan tubuh antara kompartemen di dalam pembuluh darah dan interstitial, kehilangan cairan karena berkeringat dan perubahan kadar hormon.

Akibatnya akan terdapat perbedaan yang besar antara kadar gula darah di arteri dan di vena serta terjadi perubahan konsentrasi gas darah, kadar asam urat, kreatinin, aktivitas CK, AST, LDH, LED, Hb, hitung sel darah dan produksi urin.

f. Ketinggian/altitude

Beberapa parameter pemeriksaan menunjukkan perubahan yang nyata sesuai dengan tinggi rendahnya daratan terhadap permukaan laut. Parameter tersebut adalah CRP, B2-globulin, hematokrit, hemoglobin dan asam urat. Adaptasi terhadap perubahan ketinggian daratan memerlukan waktu harian hingga berminggu-minggu.

g. Demam

Pada waktu demam akan terjadi:

- 1) Peningkatan gula darah pada tahap permulaan, dengan akibat terjadi peningkatan kadar insulin yang akan menyebabkan terjadinya penurunan kadar gula darah pada tahap lebih lanjut.

- 2) Terjadi penurunan kadar kolesterol dan trigliserida pada awal demam karena terjadi peningkatan metabolisme lemak, dan terjadi peningkatan asam lemak bebas dan benda-benda keton karena penggunaan lemak yang meningkat pada demam yang sudah lama.
- 3) Lebih mudah menemukan parasit malaria dalam darah.
- 4) Lebih mudah mendapatkan biakan positif.
- 5) Reaksi anamnestik yang akan menyebabkan kenaikan titer Widal.

h. Trauma

Trauma dengan luka perdarahan akan menyebabkan antara lain terjadinya penurunan kadar substrat maupun aktivitas enzim yang akan diukur, termasuk kadar Hb, hematokrit dan produksi urin. Hal ini disebabkan karena terjadi pemindahan cairan tubuh ke dalam pembuluh darah sehingga mengakibatkan terjadinya pengenceran darah. Pada tingkat lanjut akan terjadi peningkatan kadar ureum dan kreatinin serta enzim-enzim yang berasal dari otot.

i. Variasi circadian rythme

Pada tubuh manusia terjadi perbedaan kadar zat-zat tertentu dalam tubuh dari waktu ke waktu yang disebut dengan variasi circadian rhytme. Perubahan kadar zat yang dipengaruhi oleh waktu dapat bersifat linear (garis lurus) seperti umur, dan dapat bersifat siklus seperti siklus harian (variasi diurnal), siklus bulanan (menstruasi) dan musiman. Variasi diurnal yang terjadi antara lain:

- 1) Besi serum, kadar besi serum yang diambil pada sore hari akan lebih tinggi daripada pagi hari.
- 2) Glukosa, kadar insulin akan mencapai puncaknya pada pagi hari, sehingga apabila tes toleransi glukosa dilakukan pada siang hari, maka hasilnya akan lebih tinggi daripada bila dilakukan pada pagi hari.
- 3) Enzim, Aktivitas enzim yang diukur akan berfluktuasi disebabkan oleh kadar hormon yang berbeda dari waktu ke waktu.
- 4) Eosinofil, Jumlah eosinofil menunjukkan variasi diurnal, jumlahnya akan lebih rendah pada malam sampai pagi hari dibandingkan pada siang hari.

- 5) Kortisol, kadarnya lebih tinggi pada pagi hari dibandingkan pada malam hari.
- 6) Kalium, pada pagi hari lebih tinggi daripada siang hari.

Selain yang sifatnya harian dapat terjadi variasi fluktuasi kadar zat dalam tubuh yang sifatnya bulanan.

Variasi siklus bulanan umumnya pada wanita karena terjadi menstruasi dan ovulasi setiap bulan. Pada masa sesudah menstruasi akan terjadi penurunan kadar besi, protein dan fosfat dalam darah disamping perubahan kadar hormon seks. Demikian pula pada saat ovulasi terjadi peningkatan kadar aldosteron dan renin serta penurunan kadar kolesterol darah.

j. Umur

Umur berpengaruh terhadap kadar dan aktivitas zat dalam darah. Hitung eritrosit dan kadar Hb jauh lebih tinggi pada neonatus daripada dewasa. Fosfatase alkali, kolesterol total dan kolesterol-LDL akan berubah dengan pola tertentu sesuai dengan pertambahan umur.

k. Ras

Jumlah leukosit orang kulit hitam Amerika lebih rendah daripada orang kulit putihnya. Demikian juga dengan aktivitas CK. Keadaan serupa dijumpai pada ras bangsa lain seperti perbedaan aktivitas amilase, kadar vitamin B12 dan lipoprotein.

l. Jenis Kelamin (gender)

Berbagai kadar dan aktivitas zat dipengaruhi oleh jenis kelamin. Kadar besi serum dan kadar Hb berbeda pada wanita dan pria dewasa. Perbedaan ini akan menjadi tidak bermakna lagi setelah umur lebih dari 65 tahun. Perbedaan akibat gender lainnya adalah aktivitas CK dan kreatinin.

Perbedaan ini lebih disebabkan karena massa otot pria relatif lebih besar daripada wanita. Sebaliknya kadar hormon seks wanita, prolaktin dan kolesterol-HDL akan dijumpai lebih tinggi pada wanita daripada pria.

m. Kehamilan

Bila pemeriksaan dilakukan pada pasien hamil, sewaktu interpretasi hasil perlu mempertimbangkan masa kehamilan wanita tersebut. Pada Kehamilan akan terjadi hemodilusi (pengenceran darah) yang dimulai pada minggu ke-10 kehamilan dan terus meningkat sampai minggu ke-35 kehamilan.

Volume urin akan meningkat 25% pada trimester ke-3.

Selama kehamilan akan terjadi perubahan kadar hormone kelenjar tiroid, elektrolit, besi, dan ferritin, protein total dan albumin, lemak, aktivitas fosfatase alkali dan faktor koagulasi serta laju endap darah.

Penyebab perubahan tersebut dapat disebabkan karena induksi oleh kehamilan, peningkatan protein transport, hemodilusi, volume tubuh yang meningkat, defisiensi relatif karena peningkatan kebutuhan atau peningkatan protein fase akut.

3. Pemberian penjelasan pada pasien sebelum pengambilan spesimen, mengenai prosedur yang akan dilakukan, dan meminta persetujuan pasien. Untuk pemeriksaan tertentu harus tertulis dalam bentuk informed concern.

C. PENGAMBILAN

1. Peralatan

Secara umum peralatan yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat:

- a. bersih.
- b. kering.
- c. tidak mengandung bahan kimia atau deterjen.
- d. terbuat dari bahan yang tidak mengubah zat-zat yang ada pada spesimen.
- e. mudah dicuci dari bekas spesimen sebelumnya.
- f. pengambilan spesimen untuk pemeriksaan biakan harus menggunakan peralatan yang steril. Pengambilan spesimen yang bersifat invasif harus menggunakan peralatan yang steril dan sekali pakai buang.

2. Wadah

Wadah spesimen harus memenuhi syarat:

- a. terbuat dari gelas atau plastik.
- b. tidak bocor atau tidak merembes.
- c. harus dapat ditutup rapat dengan tutup berulir.
- d. besar wadah disesuaikan dengan volume spesimen.
- e. bersih.
- f. kering.

- g. tidak mempengaruhi sifat zat-zat dalam spesimen.
- h. tidak mengandung bahan kimia atau deterjen.
- i. untuk pemeriksaan zat dalam spesimen yang mudah rusak atau terurai karena pengaruh sinar matahari, maka perlu digunakan botol berwarna coklat (inaktinis).
- j. untuk pemeriksaan biakan dan uji kepekaan kuman, wadah harus steril.

Untuk wadah spesimen urin, dahak, tinja sebaiknya menggunakan wadah yang bermulut lebar.

3. Antikoagulan dan Pengawet

Antikoagulan adalah zat kimia yang digunakan untuk mencegah sampel darah membeku.

Pengawet adalah zat kimia yang ditambahkan ke dalam sampel agar analit yang akan diperiksa dapat dipertahankan kondisi dan jumlahnya untuk kurun waktu tertentu.

Beberapa spesimen memerlukan bahan tambahan berupa bahan pengawet atau antikoagulan. Beberapa contoh penggunaan antikoagulan/pengawet yang digunakan untuk spesimen dapat dilihat pada tabel 7.

Kesalahan dalam pemberian bahan tambahan tersebut dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan.

Bahan tambahan yang dipakai harus memenuhi persyaratan yaitu tidak mengganggu atau mengubah kadar zat yang akan diperiksa.

4. Waktu

Pada umumnya pengambilan spesimen dilakukan pada pagi hari, terutama untuk pemeriksaan kimia klinik, hematologi, dan imunologi karena umumnya nilai normal ditetapkan pada keadaan basal. Namun ada beberapa pemeriksaan yang waktu pengambilan spesimennya harus disesuaikan dengan perjalanan penyakit dan fluktuasi harian, misalnya:

a. Demam tifoid

Untuk pemeriksaan biakan darah, paling baik dilakukan pada minggu I atau II sakit, sedangkan biakan urin atau tinja dilakukan pada minggu II atau III.

b. Untuk pemeriksaan Widal dilakukan pada fase akut dan penyembuhan.

c. Pemeriksaan biakan dan uji kepekaan kuman.

Spesimen harus diambil sebelum pemberian antibiotika.

d. Pemeriksaan Gonorrhoe

Untuk menemukan kuman gonorrhoe, pengambilan sekret uretra sebaiknya dilakukan 2 jam setelah buang air kecil yang terakhir.

e. Pemeriksaan mikrofilaria

Untuk menemukan parasit mikrofilaria dalam darah, pengambilan darah sebaiknya dilakukan pada waktu malam (antara jam 20-23).

f. Pemeriksaan tuberkulosis

Dahak diambil pada pagi hari segera setelah pasien bangun tidur memungkinkan ditemukan kuman M tuberkulosis lebih besar dibandingkan dengan dahak sewaktu.

g. Pemeriksaan narkoba

Pemeriksaan darah dan urin untuk deteksi morfin, ganja dan lain-lain dipengaruhi oleh waktu /lama sejak mengonsumsi.

5. Lokasi

Sebelum mengambil spesimen, harus ditetapkan terlebih dahulu lokasi pengambilan yang tepat sesuai dengan jenis pemeriksaan yang diminta, misalnya:

- a. Spesimen untuk pemeriksaan yang menggunakan darah vena umumnya diambil dari vena cubiti daerah siku. Spesimen darah arteri umumnya diambil dari arteri radialis di pergelangan tangan atau arteri femoralis di daerah lipat paha. Spesimen darah kapiler diambil dari ujung jari tengah tangan atau jari manis tangan bagian tepi atau pada daerah tumit 1/3 bagian tepi telapak kaki atau cuping telinga pada bayi. Tempat yang dipilih tidak boleh memperlihatkan gangguan peredaran darah seperti "cyanosis" atau pucat dan pengambilan tidak boleh di lengan yang sedang terpasang infus.

- b. Spesimen untuk pemeriksaan biakan, harus diambil di tempat yang sedang mengalami infeksi, kecuali darah dan cairan otak.

Lokasi pengambilan darah untuk pemeriksaan:

- mikrofilaria: sampel diambil dari darah kapiler (jari tangan). atau darah vena dengan anti koagulan.
- gas darah: sampel berupa darah heparin yang diambil dari pembuluh arteri.

6. Volume

Volume spesimen yang diambil harus mencukupi kebutuhan pemeriksaan laboratorium yang diminta atau dapat mewakili objek yang diperiksa.

Volume spesimen yang dibutuhkan untuk beberapa pemeriksaan spesimen dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Beberapa spesimen dengan jenis antikoagulan/pengawet dan wadah yang dipakai untuk pemeriksaan laboratorium dengan stabilitasnya

Jenis Pemeriksaan	Spesimen		Antikoagulan/ Pengawet	Wadah	Stabilitas
	Jenis	Jumlah			
HEMATOLOGI					
Hematokrit	Darah	2 ml	K2/K3-EDTA 1 - 1,5 mg/ml darah	G/P	Suhu kamar (6 jam)
LED Westergren	Darah	2 ml	K2/K3-EDTA 1 - 1,5 mg/ml darah	G/P	Suhu kamar (2 jam)
LED Wintrobe	Darah	2 ml	K2/K3-EDTA 1 - 1,5 mg/ml darah	G/P	Suhu kamar (2 jam)
Lekosit, hitung jumlah	Darah	2 ml	K2/K3-EDTA 1 - 1,5 mg/ml darah	G/P	Suhu kamar (2 jam)
Hemostatis (PT, APTT)	Darah	5 ml	Sitrat 3,8% dengan perbandingan 1 : 9	P	20-25°C(4jam)
Retikulosit, hitung jumlah	Darah	2 ml	K2/K3-EDTA 1 - 1,5 mg/ml darah	G/P	Suhu kamar (6 jam)
Trombosit	Darah	2 ml	K2/K3-EDTA 1 - 1,5 mg/ml darah	G/P	Suhu kamar (2 jam)
Masa pendarahan	Darah	4 ml			Segera diperiksa
KIMIA KLINIK					
Gula darah	Darah	2 ml	NaF-Oksalat 4,5 mg/ml darah	G/P	20-25°C (3 hari) 4°C (7 hari) -20°C (3 bulan)
	Serum	2 ml		G/P	2-8°C (12 jam)

Jenis Pemeriksaan	Spesimen		Antikoagulan/ Pengawet	Wadah	Stabilitas
	Jenis	Jumlah			
Kolesterol	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (6 hari) 4°C (6 hari) -20°C (6 bulan)
Bilirubin	Serum	1 ml	-	G/P	Segera mungkin
Amilase	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (5 hari) 4°C (5 hari) -20°C (7 hari)
Asam urat	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (5 hari) 4°C (5 hari) -20°C (6 bulan)
Lipase	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (24 jam) 4°C (5 hari) -20°C (3 tahun)
Protein total	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (6 hari) 4°C (6 hari) -20°C (10 hari)
Na, K, Cl	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (14 hari) 4°C (14 hari)

Jenis Pemeriksaan	Spesimen		Antikoagulan/ Pengawet	Wadah	Stabilitas
	Jenis	Jumlah			
Fosfatase alkali	Serum	1 ml		G/P	20-25°C (> 7 hari aktivitas turun 1 %) 4°C (7 hari) -20°C (7 hari)
Kalsium	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (10 hari) 4°C (10 hari)
Kreatinin	Serum	1 ml	-	G/P	4°C (24 jam) -20°C (8 bulan)
Y Glutamil transferase	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (7 hari) 4°C (7 hari) 20°C (7 hari)
GOT	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (> 3 hari Aktivitas turun 10%) 4°C (>3 hari Aktivitas turun 8%) -20°C (7 hari)
GPT	Serum	1 ml	-	G/P	20-25°C (> 3 hari aktivitas turun 17%)

Jenis Pemeriksaan	Spesimen		Antikoagulan/ Pengawet	Wadah	Stabilitas
	Jenis	Jumlah			
					4°C (> 3 hari) aktivitas turun -20°C (7 hari)
SEROLOGI					
Widal	Serum	2ml		G/P	2 -8°C (2 -3 hari), Freezer compartment (1 bulan), Deep freezer - 20°C (6 bulan, tidak boleh gelas)
Treponema, VD RL	Serum	2ml	-	G/P	
HBsAg	Serum	2ml	-	G/P	
Anti HBs	Serum	2ml	-	G/P	
Anti HIV	Serum	2ml	-	G/P	
TOKSIKOLOGI					
Obat Bahan Napza Doping Toksin	Darah & Urin	Darah 10ml Urin 50 ml	Na sitrat 1%	G tutup ulir	Urin : Suhu kamar (segera)
Air bersih	Air	1000 ml			Suhu kamar
URINALISA					
Pemeriksaan urin 24 Jam	Urin		Toluen 2-5 ml/urin	G/P	4jam 24 jam
Protein, penetapan kuantitatif	Urin	5ml	-	P	20-25°C (4 hari)

Jenis Pemeriksaan	Spesimen		Antikoagulan/ Pengawet	Wadah	Stabilitas
	Jenis	Jumlah			
Reduksi	Urin	5ml	-	P	20-25°C (secepatnya) 4°C (24 jam)
Urin rutin (pH, BJ, protein, glukosa, urobilinogen, bilirubin, keton)	Urin pagi	15ml		G/P	Suhu kamar (1 jam) 4-8°C (1 hari)
Sedimen Urin	Urin	10ml	-	G/P	Suhu kamar (1 jam)
Kehamilan	Urin pagi	5ml	-	G/P	Suhu kamar (segera) 4-8°C (2 hari)
PARASITOLOGI DAN MIKROBIOLOGI					
Malaria	Darah segar	2 tetes kapiler (tetes)	-	G	Secepatnya
Mikrofilaria	Darah segar/ Darah	2 tetes kapiler (tetes)	Na ₂ EDTA 1-1,5 mg/ml darah	G	Secepatnya
Trichomonas	Sekret vagina /uretra	Secukupnya	-	-	Langsung dikerjakan
Candida	Sekret vagina	Secukupnya	-	-	Langsung dikerjakan

Keterangan:

P : Plastik (polietilen atau sederajat)

G : Gelas

T : Tabung reaksi

Volume : untuk jenis pemeriksaan lebih dari satu volume spesimen disesuaikan dengan kebutuhan.

7. Teknik

Pengambilan spesimen harus dilaksanakan dengan cara yang benar, agar spesimen tersebut mewakili keadaan yang sebenarnya.

Teknik pengambilan untuk beberapa spesimen yang sering diperiksa.

- a. Darah Vena (dengan cara plebotomi/menggunakan tabung vakum)
 - 1) Posisi pasien duduk atau berbaring dengan posisi lengan pasien harus lurus, jangan membengkokkan siku. Pilih lengan yang banyak melakukan aktivitas.
 - 2) Pasien diminta untuk mengepalkan tangan
 - 3) Pasang "tourniquet" \pm 10 cm di atas lipat siku
 - 4) Pilih bagian vena mediana cubiti
 - 5) Bersihkan kulit pada bagian yang akan diambil darahnya dengan alkohol 70% dan biarkan kering untuk mencegah terjadinya hemolisis dan rasa terbakar. Kulit yang sudah dibersihkan jangan dipegang lagi.
 - 6) Tusuk bagian vena tadi dengan jarum, lubang jarum menghadap ke atas dengan sudut kemiringan antara jarum dan kulit 15 derajat, tekan tabung vakum sehingga darah terisap ke dalam tabung. Bila jarum berhasil masuk vena, akan terlihat darah masuk dalam sempit. Selanjutnya lepas tourniquet dan pasien diminta melepaskan kepala tangan.
 - 7) Biarkan darah mengalir ke dalam tabung sampai selesai. Apabila dibutuhkan darah dengan antikoagulan yang berbeda dan volume yang lebih banyak, digunakan tabung vakum yang lain.
 - 8) Tarik jarum dan letakkan kapas alkohol 70 % pada bekas tusukan untuk menekan bagian tersebut selama \pm 2 menit. Setelah darah berhenti, plester bagian ini selama \pm 15 menit.
 - 9) Tabung vakum yang berisi darah dibolak-balik kurang lebih 5 kali agar bercampur dengan antikoagulan.

Kesalahan-kesalahan dalam pengambilan darah vena:

- 1) Mengenakan tourniquet terlalu lama dan terlalu keras sehingga mengakibatkan terjadinya hemokonsentrasi.

- 2) Kulit yang ditusuk masih basah oleh alkohol.
- 3) Jarum dilepaskan sebelum tabung vakum terisi penuh, sehingga mengakibatkan masuknya udara ke dalam tabung dan merusak sel darah merah.
- 4) Mengocok tabung vakum dapat mengakibatkan hemolisis.

b. Darah kapiler

- 1) Bersihkan bagian yang akan ditusuk dengan alkohol 70 % dan biarkan sampai kering lagi.
- 2) Peganglah bagian tersebut supaya tidak bergerak dan tekan sedikit supaya rasa nyeri berkurang.
- 3) Tusuklah dengan cepat memakai lanset steril. Pada jari tusuklah dengan arah tegak lurus pada garis-garis sidik kulit jari, jangan sejajar dengan itu. Pada daun telinga tusuklah pinggirnya, jangan sisinya. Tusukan harus cukup dalam supaya darah mudah keluar, jangan menekan-nekan jari atau telinga untuk mendapat cukup darah. Darah yang diperas keluar semacam itu telah bercampur dengan cairan jaringan sehingga menjadi encer dan menyebabkan kesalahan dalam pemeriksaan.
- 4) Buanglah tetes darah yang pertama keluar dengan memakai segumpal kapas kering, tetes darah berikutnya boleh dipakai untuk pemeriksaan.

Kesalahan-kesalahan dalam pengambilan darah kapiler:

- 1) Mengambil darah dari tempat yang memperlihatkan adanya gangguan peredaran darah seperti vasokonstriksi (pucat), vasodilatasi (oleh radang, trauma, dsb), kongesti atau cyanosis setempat.
- 2) Tusukan yang kurang dalam sehingga darah harus diperas-peras keluar.
- 3) Kulit yang ditusuk masih basah oleh alkohol. Bukan saja darah itu diencerkan, tetapi darah juga melebar di atas kulit sehingga sitkar diisap ke dalam pipet.
- 4) Tetes darah pertama dipakai untuk pemeriksaan.
- 5) Terjadi bekuan pada tetes darah karena terlalu lambat bekerja.

c. Urin

- 1) Pada wanita

Pada pengambilan spesimen urin porsi tengah yang dilakukan oleh penderita sendiri, sebelumnya harus diberikan penjelasan sebagai berikut:

- a) Penderita harus mencuci tangan memakai sabun kemudian dikeringkan dengan handuk.
 - b) Tanggalkan pakaian dalam, lebarkan labia dengan satu tangan.
 - c) Bersihkan labia dan vulva menggunakan kasa steril dengan arah dari depan ke belakang.
 - d) Bilas dengan air hangat dan keringkan dengan kasa steril yang lain,
 - e) Selama proses ini berlangsung, keluarkan urin, aliran urin yang pertama keluar dibuang. Aliran urin selanjutnya ditampung dalam wadah yang sudah disediakan.
 - f) Hindari urin mengenai lapisan tepi wadah.
 - g) Pengumpulan urin selesai sebelum aliran urin habis.
 - h) Wadah ditutup rapat dan segera dikirimkan ke laboratorium.
- 2) Pada laki-laki
- a) Penderita harus mencuci tangan memakai sabun.
 - b) Jika tidak disunat tarik kulit preputium ke belakang, keluarkan urin, aliran yang pertama keluar dibuang, aliran urin selanjutnya ditampung dalam wadah yang sudah disediakan. Hindari urin mengenai lapisan tepi wadah. Pengumpulan urin selesai sebelum aliran urin habis.
 - c) Wadah ditutup rapat dan segera dikirim ke laboratorium.
- 3) Pada bayi dan anak-anak
- a) Penderita sebelumnya diberi minum untuk memudahkan buang air kecil.
 - b) Bersihkan alat genital seperti yang telah diterangkan di atas.
 - c) Pengambilan urin dilakukan dengan cara:
 - § Anak duduk di pangkuan perawat.
 - § Pengaruhi anak untuk mengeluarkan urin, tampung urin dalam wadah atau kantung plastik steril.
 - § Bayi dipasang kantung penampung urin pada alat genital.
- d. Urin Kateter
- 1) Lakukan disinfeksi dengan alkohol 70 % pada bagian selang kateter yang terbuat dari karet (jangan bagian yang terbuat dari plastik).
 - 2) Aspirasi urin dengan menggunakan samprit sebanyak kurang lebih 10 ml.
 - 3) Masukkan ke dalam wadah steril dan tutup rapat.
 - 4) Kirimkan segera ke laboratorium.

e. **Urin aspirasi suprapubik**

Urin aspirasi suprapubik harus dilakukan pada kandung kemih yang penuh.

- 1) Lakukan desinfeksi kulit di daerah suprapubik dengan Povidone Iodine 10%, kemudian bersihkan sisa povidone iodine dengan kapas alkohol 70%.
- 2) Aspirasi urin tepat di titik suprapubik menggunakan semprit.
- 3) Ambil urin sebanyak kurang lebih 20 ml dengan cara aseptik (dilakukan oleh petugas yang berwenang).
- 4) Masukkan ke dalam wadah steril dan tutup rapat.
- 5) Kirimkan segera ke laboratorium.

Catatan: untuk pemeriksaan narkoba urin pengambilan sampel harus disaksikan oleh petugas sesuai jenis kelamin.

f. **Tinja**

Tinja untuk pemeriksaan sebaiknya yang berasal dari defekasi spontan (tanpa bantuan obat pencahar), jika pemeriksaan sangat diperlukan, dapat pula sampel tinja diambil dari rektum dengan cara colok dubur.

g. **Dahak**

Pasien diberi penjelasan mengenai pemeriksaan dan tindakan yang akan dilakukan, dan dijelaskan perbedaan dahak dengan ludah.

Bila pasien mengalami kesulitan mengeluarkan dahak, pada malam hari sebelumnya diminta minum teh manis atau diberi obat gliseril guayakolat 200 mg.

- 1) Sebelum pengambilan spesimen, pasien diminta untuk berkumur dengan air.
- 2) Bila memakai gigi palsu, sebaiknya dilepas.
- 3) Pasien berdiri tegak atau duduk tegak.

Pasien diminta untuk menarik nafas dalam, 2-3 kali kemudian keluarkan nafas bersamaan dengan batuk yang kuat dan berulang kali sampai sputum keluar.

- 4) Dahak yang dikeluarkan langsung ditampung di dalam wadah, dengan cara mendekatkan wadah ke mulut.

Amati keadaan dahak. Dahak yang berkualitas baik akan tampak kental purulen dengan volume cukup (3-5 ml).

- 5) Tutup wadah dan segera kirim ke laboratorium.

h. Sekret Uretra

- 1) Pasien diberi penjelasan mengenai tindakan yang akan dilakukan.
- 2) Petugas mengenakan sarung tangan.
- 3) Bagi yang tidak disirkumsisi, preputium ditarik ke arah pangkal.
- 4) Bersihkan sekitar lubang kemaluan dengan NaCl fisiologis steril, kemudian sekret dikeluarkan dengan menekan atau mengurut uretra dari pangkal ke ujung.
- 5) Sekret yang keluar diambil dengan lidi kapas steril atau sengkeliit.
- 6) Apabila tidak ada sekret yang keluar atau terlalu sedikit, masukkan sengkeliit atau lidi kapas steril berpenampang 2 mm kedalam uretra sedalam kira-kira 2-3 cm sambil diputar searah jarum jam, kemudian ditarik keluar.
- 7) Sekret diambil 2 kali yaitu untuk pemeriksaan mikroskopik dan untuk biakan.

i. Sekret Endoservik

- 1) Pasien diberi penjelasan mengenai tindakan yang akan dilakukan
- 2) Pasien berbaring telentang di atas kursi obstetrik dengan kedua lutut diletakkan pada penyangganya.
- 3) Petugas mengenakan sarung tangan.
- 4) Spekulum dibasahi dengan air hangat kemudian masukkan ke dalam vagina.
- 5) Masukkan lidi kapas steril ke dalam canalis cervicalis sedalam 2-3 cm, putar searah jarum jam dan diamkan selama 5-10 detik supaya sekret terserap oleh kapas kemudian keluarkan lidi kapas tanpa menyentuh spekulum.
- 6) Sekret diambil 2 kali yaitu untuk pemeriksaan mikroskopik dan untuk biakan.
- 7) Spekulum yang habis dipakai direndam dalam larutan hipoklorit 0,1%.
- 8) Apabila selaput dara masih utuh, tidak dilakukan pengambilan sekret endoservik.

j. Sekret vagina

Pengambilan bahan pemeriksaan sama dengan sekret endoservik hanya dilakukan pada fornix posterior.

k. Swab rektum

- 1) Pasien diberi penjelasan mengenai tindakan yang akan dilakukan.

- 2) Pasien dalam posisi menungging.
- 3) Petugas mengenakan sarung tangan.
- 4) Masukkan lidi kapas steril sedalam 3 cm ke dalam saluran anal, putar beberapa detik untuk mendapatkan sekret dari crypta di dalam lingkaran anal.

l. Swab orofaring

Sekret diambil dari tonsil atau bagian posterior faring.

m. Pus dari luka purulen/ulcus

- 1) Pasien diberi penjelasan mengenai tindakan yang akan dilakukan.
- 2) Bersihkan luka dengan kain kasa yang telah dibasahi dengan NaCl fisiologis sebanyak 3 kali untuk menghilangkan kotoran dan lapisan eksudat yang mengering.
- 3) Tanpa menyentuh bagian kapas buka kapas lidi dari pembungkusnya kemudian usapkan bagian kapasnya pada luka/ulcus tanpa menyentuh bagian tepi luka/ulcus. Lakukan sebanyak 2 kali dengan menggunakan 2 kapas lidi.
- 4) Kapas lidi dapat langsung diinokulasikan pada agar, atau dapat pula dimasukkan ke dalam tabung media transpor.
- 5) Patahkan tangkai lidi yang berada di luar tabung.
- 6) Tutup tabung dengan erat.
- 7) Cantumkan identitas dengan jelas pada tabung dan gunakan surat pengantar ke laboratorium.

n. Pus dari abses

- 1) Pasien diberi penjelasan mengenai tindakan yang akan dilakukan.
- 2) Lakukan tindakan disinfeksi dengan povidone iodine 10% di atas abses atau bagian yang akan ditusuk/diinsisi. Bersihkan sisa povidone iodine dengan kapas alkohol 70%.
- 3) Tusukkan jarum dan hisap dengan semprit steril cairan eksudat atau pus.
- 4) Cabut jarum, dan tutup dengan kapas steril.
- 5) Teteskan cairan aspirasi eksudat/pus pada lidi kapas steril.
- 6) Kapas lidi dapat langsung diinokulasikan pada agar, atau dapat pula dimasukkan ke dalam media transpor. Sisa eksudat/pus pada semprit dapat dimasukkan dalam wadah steril dan dikirim ke laboratorium.
- 7) Rendam sisa semprit yang tidak terpakai lagi dalam larutan Natrium hipoklorit 0,1% selama 30 menit lalu diautoklaf.

Dapat juga dilakukan insisi pada abses dan dengan kapas lidi steril usapkan bagian dasar abses.

Kapas lidi dapat langsung diinokulasikan pada agar, atau dapat pula dimasukkan dalam media transpor.

o. Usap nasofaring

- 1) Penderita duduk (kalau anak-anak dipangku).
- 2) Petugas berdiri di samping penderita.
- 3) Kepala ditegakkan dan tangan petugas memegang bagian belakang kepala penderita.
- 4) Masukkan lidi dacron ke dalam rongga hidung. Posisi lidi tegak lurus.

Panjang lidi yang masuk kira-kira $\frac{1}{2}$ jarak ujung hidung sampai telinga.

Masukkan sampai menyentuh dinding belakang nasofaring, kemudian tarik keluar.

- 5) Masukkan lidi dacron kedalam media transpor atau langsung tanam pada media isolasi (Agar Darah, Agar Thayer Martin, Agar Cystin Tellurite) dan dibuat sediaan.

p. Swab tenggorok

- 1) Penderita duduk (kalau anak-anak dipangku).
- 2) Penderita diminta membuka mulut.
- 3) Lidah ditekan dengan spatel lidah.
- 4) Masukkan lidi kapas yang sudah dibasahi dengan saline steril hingga menyentuh dinding belakang faring,
- 5) Usap ke kiri dan kanan dinding belakang faring dan tonsil lalu tarik keluar dengan hati-hati tanpa menyentuh bagian mulut yang lain.
- 6) Masukkan lidi kapas ke dalam media transpor atau langsung tanam pada media isolasi (Agar Darah, Agar Thayer Martin, Agar Cystin Tellurite) dan dibuat sediaan.

D. PEMBERIAN IDENTITAS

Pemberian identitas pasien dan atau spesimen merupakan hal yang penting, baik pada saat pengisian surat pengantar/formulir permintaan pemeriksaan, pendaftaran, pengisian label wadah spesimen.

Pada surat pengantar/formulir permintaan pemeriksaan laboratorium sebaiknya memuat secara lengkap:

1. Tanggal permintaan
2. Tanggal dan jam pengambilan spesimen
3. Identitas pasien (nama, umur, jenis kelamin, alamat/ruang) termasuk rekam medik.
4. Identitas pengirim (nama, alamat, nomor telepon)
5. Nomor laboratorium
6. Diagnosis/keterangan klinik
7. Obat-obatan yang telah diberikan dan lama pemberian
8. Pemeriksaan laboratorium yang diminta
9. Jenis spesimen
10. Lokasi pengambilan spesimen
11. Volume spesimen
12. Transpor media/pengawet yang digunakan
13. Nama pengambil spesimen
14. Informed concern

Label wadah spesimen yang akan dikirim atau diambil ke laboratorium harus memuat:

1. Tanggal pengambilan spesimen
2. Nama dan nomor Pasien
3. Jenis spesimen

E. PENGOLAHAN

Beberapa contoh pengolahan spesimen seperti tercantum dibawah ini:

1. Darah (Whole Blood)

Darah yang diperoleh ditampung dalam tabung yang telah berisikan antikoagulan yang sesuai, kemudian dihomogenisasi dengan cara membolak-balik tabung kira-kira 10-12 kali secara perlahan-lahan dan merata.

2. Serum

- a. Biarkan darah membeku terlebih dahulu pada suhu kamar selama 20-30 menit, kemudian disentrifus 3000 rpm selama 5-15 menit.
- b. Pemisahan serum dilakukan paling lambat dalam waktu 2 jam setelah pengambilan spesimen.
- c. Serum yang memenuhi syarat harus tidak kelihatan merah dan keruh (lipemik).

3. Plasma

- a. Kocok darah EDTA atau sitrat dengan segera secara pelan-pelan.
- b. Pemisahan plasma dilakukan dalam waktu 2 jam setelah pengambilan spesimen.
- c. Plasma yang memenuhi syarat harus tidak kelihatan merah dan keruh (lipemik).

4. Urin

Untuk uji carik celup, urin tidak perlu ada perlakuan khusus, kecuali pemeriksaan harus segera dilakukan sebelum 1 jam, sedangkan untuk pemeriksaan sedimen harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu dengan cara:

- a. Wadah urin digoyangkan agar memperoleh sampel yang tercampur (homogen).
- b. Masukkan ± 15 ml urin ke dalam tabung sentrifus.
- c. Putar urin selama 5 menit pada 1500-2000 rpm.
- d. Buang supernatannya, sisakan ± 1 ml, kocoklah tabung untuk meresuspensikan sedimen.
- e. Suspensi sedimen ini sebaiknya diberi cat sternheimer-malbin untuk menonjolkan unsur sedimen dan memperjelas strukturnya.

5. Dahak

- a. Masukkan dahak ke dalam tabung steril yang berisi NaOH 4 % sama banyak.
- b. Kocok dengan baik.
- c. Inkubasi pada suhu kamar (25 -30°C) selama 15 -20 menit dengan pengocokan teratur tiap 5 menit.
- d. Sentrifus tabung dengan kecepatan tinggi selama 8-10 menit.
- e. Buang supernatan ke dalam larutan lysol.
- f. Ambil endapannya untuk dilakukan pemeriksaan.

F. PENYIMPANAN DAN PENGIRIMAN SPESIMEN**1. Penyimpanan**

Spesimen yang sudah diambil harus segera diperiksa, karena stabilitas spesimen dapat berubah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas spesimen antara lain:

- a. Terjadi kontaminasi oleh kuman dan bahan kimia.
- b. Terjadi metabolisme oleh sel-sel hidup pada spesimen.
- c. Terjadi penguapan.
- d. Pengaruh suhu.
- e. Terkena paparan sinar matahari.

Beberapa spesimen yang tidak langsung diperiksa dapat disimpan dengan memperhatikan jenis pemeriksaan yang akan diperiksa. Persyaratan penyimpanan beberapa spesimen untuk beberapa pemeriksaan laboratorium harus memperhatikan jenis spesimen, antikoagulan/pengawet dan wadah serta stabilitasnya.

(terlihat pada tabel 7).

Beberapa cara penyimpanan spesimen:

- a. Disimpan pada suhu kamar.
- b. Disimpan dalam lemari es dengan suhu $2 - 8^{\circ}\text{C}$.
- c. Dibekukan suhu -20°C , -70°C atau -120°C (jangan sampai terjadi beku ulang).
- d. Dapat diberikan bahan pengawet.
- e. Penyimpanan spesimen darah sebaiknya dalam bentuk serum atau lisat.

2. Pengiriman

Spesimen yang akan dikirim ke laboratorium lain (dirujuk), sebaiknya dikirim dalam bentuk yang relatif stabil.

Untuk itu perlu diperhatikan persyaratan pengiriman spesimen antara lain:

- a. Waktu pengiriman jangan melampaui masa stabilitas spesimen.
- b. Tidak terkena sinar matahari langsung.

- c. Kemasan harus memenuhi syarat keamanan kerja laboratorium termasuk pemberian label yang bertuliskan "Bahan Pemeriksaan Infeksius" atau "Bahan Pemeriksaan Berbahaya".
- d. Suhu pengiriman harus memenuhi syarat.
- e. Penggunaan media transpor untuk pemeriksaan mikrobiologi.

BAB VI

METODE PEMERIKSAAN

A. DASAR PEMILIHAN

Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam memilih metode yaitu:

1. Tujuan pemeriksaan

Tujuan melakukan suatu pemeriksaan antara lain untuk uji saring, diagnostik dan evaluasi hasil pengobatan serta surveilans.

Tiap tujuan pemeriksaan memerlukan sensitivitas dan spesifisitas yang berbeda-beda, sehingga perlu dipilih metode yang sesuai karena setiap metode mempunyai sensitivitas dan spesifisitas yang berbeda-beda pula.

a. Sensitivitas

Dikenal sensitivitas klinis dan sensitivitas analitik.

Sensitivitas klinis adalah persentase hasil positif sejati di antara pasien-pasien yang berpenyakit.

Sensitivitas klinis = $\frac{\text{Positivitas di antara yang berpenyakit}}{\text{Positif sejati + Negatif palsu}} \times 100\%$

$$\frac{\text{Positif sejati}}{\text{Positif sejati + Negatif palsu}} \times 100\%$$

Sensitivitas yang baik adalah yang mendekati 100%.

Sensitivitas analitik sering kali diartikan sebagai batas deteksi, yaitu kadar terendah dari suatu analit yang dapat dideteksi oleh suatu metode.

Pemeriksaan dengan sensitivitas tinggi terutama dipersyaratkan pada pemeriksaan untuk tujuan skrining.

b. Spesifisitas

Dikenai spesifisitas klinis dan spesifisitas analitik.

Spesifisitas klinis adalah persentase hasil negatif sejati di antara pasien-pasien yang sehat.

Spesifisitas klinis = Negativitas di antara yang sehat

$$\frac{\text{Negatif sejati}}{\text{Negatif sejati} + \text{Positif palsu}} \times 100 \%$$

Spesifisitas yang baik adalah yang mendekati 100%.

Spesifisitas analitik berkaitan dengan kemampuan dan akurasi suatu metode untuk memeriksa suatu analit tanpa dipengaruhi zat-zat lain.

Sensitivitas 100% jarang diikuti dengan Spesifisitas 100% dan sebaliknya.

Metode yang baik adalah metode yang memberikan sensitivitas dan spesifisitas setinggi mungkin.

Tidak ada satupun metode yang bebas dari positif palsu atau negatif palsu.

2. Kecepatan hasil pemeriksaan yang diinginkan

Mengingat hasil pemeriksaan laboratorium sangat diperlukan dalam pengambilan keputusan, maka waktu pemeriksaan yang diperlukan sampai diperolehnya hasil untuk berbagai metode perlu dipertimbangkan.

Misalnya pasien di unit gawat darurat memerlukan metode pemeriksaan yang dapat memberikan hasil yang cepat untuk keperluan diagnostik dan pengobatan.

3. Rekomendasi resmi

Berbagai metode pemeriksaan laboratorium dapat dipilih berdasarkan rekomendasi dari suatu lembaga/badan yang diakui atau organisasi profesi, antara lain:

- WHO (World Health Organization)
- IFCC (International Federation of Clinical Chemistry)
- NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards)
- ICSH (International Committee for Standardisation in Hematology)

B. EVALUASI

Metode yang telah digunakan perlu dikaji ulang secara periodik mengingat:

1. Ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan dari waktu ke waktu.
2. Untuk memastikan bahwa metode tersebut masih tetap memiliki makna klinis sebagaimana dibutuhkan.

Contoh:

- a. Pemeriksaan HBsAg : dari metode hemaglutinasi ke metode EIA.
- b. Pemeriksaan Hb : dari metode Sahli ke Cyanmethemoglobin.
- c. Pemeriksaan Glukosa : dari metode O-toluidin ke enzimatik.

BAB VII MUTU LABORATORIUM

A. BAKUAN MUTU

Demi menjamin tercapainya dan terpeliharanya mutu dari waktu ke waktu, diperlukan bakuan mutu berupa standar/bakuan yang tertulis yang dapat dijadikan pedoman kerja bagi tenaga pelaksana.

1. Tiap pelaksana yang ditunjuk memiliki pegangan yang jelas tentang apa dan bagaimana prosedur melakukan suatu aktivitas.
2. Standar yang tertulis memudahkan proses pelatihan bagi tenaga pelaksana baru yang akan dipercayakan untuk mengerjakan suatu aktivitas.
3. Kegiatan yang dilaksanakan dengan mengikuti prosedur baku yang tertulis akan menjamin konsistennya mutu hasil yang dicapai.

B. KLASIFIKASI

Bakuan mutu dapat dibagi menurut beberapa jenis berdasarkan jenjang hirarki dalam suatu organisasi. Setiap jenjang jabatan memiliki kewenangan maupun kewajiban tertentu dalam menciptakan dan memelihara mutu, dan hal itu tercermin dari jenis dan/atau nama dokumen/bakuan mutu yang digunakan. Semakin tinggi jenjang jabatannya, semakin normatif sifat dokumen dan aktivitas yang berada di bawah tanggung jawabnya. Semakin rendah jenjang jabatannya, semakin teknis sifat dokumen dan aktivitas yang menjadi kewenangan dan tanggung jawabnya. Pada umumnya jenjang dokumen bakuan terbagi atas tiga jenjang:

1. Normatif

Pedoman Mutu/Kebijakan Mutu yang memuat segala kebijakan dalam hal mutu yang berlaku dalam lingkungan laboratorium bersangkutan. Dari pedoman seperti ini harus tercermin secara garis besar sasaran mutu yang ingin dicapai dan segala upaya yang dilakukan agar sasaran mutu tersebut dapat benar-benar tercapai.

2. Tingkat Menengah

Prosedur Operasi Baku/*Standard Operating Procedure*/ Prosedur Tetap, yang memuat langkah-langkah utama dalam mengerjakan suatu aktivitas. Sebagai contoh: Prosedur Baku Pendaftaran dan Penerimaan Pasien/Spesimen, Prosedur Pengendalian Mutu Internal, Prosedur Pengadaan Reagen, Prosedur Pemeriksaan, dan lain sebagainya.

3. Teknis

Petunjuk Teknis/Instruksi Kerja, yang mengatur bagaimana segala langkah teknis harus dilakukan. Sebagai contoh : dalam Prosedur Pemeriksaan yang disebutkan di atas secara umum dirinci langkah-langkah yang harus dilakukan.

4. Dokumen pendukung

Dokumen pendukung adalah setiap informasi, termasuk pernyataan kebijakan, buku teks, spesifikasi, tabel kalibrasi, rentang acuan biologis dan sumbernya, grafik, poster, catatan, memoranda, perangkat lunak, gambar, rencana dan dokumen eksternal seperti peraturan dan standar.

C. PRINSIP DALAM MEMBAKUKAN AKTIVITAS LABORATORIUM

1. Pada dasarnya setiap aktivitas yang ada dalam laboratorium, harus memiliki pedoman baku yang mendukungnya, dari sistem mutu (normatif, kebijakan) secara keseluruhan sampai dengan proses paling teknis seperti cara memperoleh air untuk analisa yang baik atau pemeliharaan suhu lemari pendingin dll.
2. Pembakuan dibuat berjenjang berdasarkan jenjang aktivitas yang ada dalam laboratorium. Jenjang tertinggi adalah Pedoman Mutu yang merupakan kebijakan tertinggi dalam menjamin mutu di laboratorium, dan dibuat oleh pimpinan laboratorium bersangkutan. Jenjang kedua adalah kelompok prosedur pada jenjang kedua tertinggi misalnya di seksi-seksi, dan dibuat oleh pimpinan seksi yang bersangkutan. Demikian seterusnya hingga diperoleh bakuan prosedur di jenjang terendah dan dikerjakan serta dibuat oleh mereka yang bertanggung jawab terhadap pekerjaan tersebut.

Bakuan yang berkedudukan berbeda sebaiknya diberi nama berbeda. Misalnya:

- a. bakuan pada jenjang tertinggi dapat disebut sebagai panduan mutu;
- b. bakuan pada jenjang berikutnya disebut prosedur tetap, dan pada jenjang paling teknis disebut sebagai petunjuk kerja.

Penamaan ini dibakukan berdasarkan kesepakatan bersama. Istilah yang lazim digunakan adalah standar prosedur operasional (*standard operating procedure*) untuk prosedur jenjang menengah dan instruksi kerja (*instruction manual*) untuk petunjuk teknis.

3. Setiap prosedur dibuat oleh pejabat/staf yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan prosedur bersangkutan, sebagai contoh:
 - a. sistem mutu secara keseluruhan, dibuat oleh pimpinan laboratorium.

- b. prosedur pemeliharaan alat dibuat oleh staf yang diberi tanggung jawab atas pemeliharaan alat.
 - c. prosedur pengendalian mutu harian kimia dibuat oleh pimpinan seksi kimia.
4. Prosedur disusun bersama staf yang ikut terlibat dalam proses tersebut. Keterlibatan dalam menentukan bagaimana pekerjaan sebaiknya dilakukan, akan menimbulkan komitmen yang lebih besar pada diri orang yang terlibat untuk ikut menjaga ketertiban terlaksananya prosedur tersebut dengan baik dan benar.
- Sebagai contoh: Prosedur pemeliharaan alat yang dibuat oleh penanggung jawab pemeliharaan alat, sebaiknya disusun bukan hanya oleh penanggungjawab pemeliharaan alat akan tetapi bersama pelaksana harian yang ditunjuk untuk melaksanakan pemeliharaan alat bersangkutan.
5. Bakuhan harus mengandung komponen yang menjamin bahwa bakuhan tersebut telah benar dan selalu digunakan di tempat yang tepat oleh orang yang tepat. Misalnya, pada prosedur baku perlu diberi ciri yang menandakan bahwa prosedur tersebut adalah yang sedang berlaku pada saat itu. Harus dicegah kemungkinan terjadinya penggunaan prosedur yang sudah kadaluwarsa, yang sudah tidak digunakan lagi karena sudah mendapatkan revisi baru.
- Komponen yang selayaknya terdapat dalam sebuah Prosedur Tetap dapat dilihat pada bagian lain dalam bab ini.
6. Prosedur baku yang dibuat harus mampu menjawab pertanyaan : mengapa aktivitas itu dilakukan, apa yang dilakukan, dimana aktivitas itu dilakukan, siapa yang melakukan, kapan dilakukan, dan bagaimana pekerjaan itu dilakukan.
7. Tiap prosedur baku harus didukung oleh dokumen (formulir) yang dalam aktivitas sehari-hari membuktikan bahwa prosedur tersebut memang ditaati. Sebagai contoh : Bila dibuat prosedur baku untuk setiap hasil pemeriksaan yang mengandung langkah pemeriksaan ulang untuk setiap hasil menyimpang, maka perlu disediakan pula dokumen yang ditandatangani oleh pelaksana pemeriksaan sehingga akan menjadi bukti bahwa langkah pengulangan benar-benar telah dilakukan. Dengan demikian terjamin bahwa prosedur yang ditetapkan memang benar dilaksanakan.
8. Prosedur baku perlu ditempatkan di dekat orang yang mengerjakan sehingga tiap saat dapat dijadikan pegangan pada saat bekerja.

9. Tiap bakuan harus didokumentasi dengan baik. Bakuan yang sudah tidak berlaku juga harus tetap disimpan, akan tetapi jangan disimpan bersama dokumen yang masih berlaku.
10. Setiap kali terjadi perubahan pada prosedur kerja, Prosedur Tetap atau Petunjuk Teknis terkait juga harus mengalami penyesuaian.

D. PANDUAN MUTU

Panduan Mutu adalah dokumen yang menjelaskan seluruh sistem manajemen mutu dan struktur dokumentasi (pedoman, prosedur, instruksi kerja, dll) yang digunakan dalam sistem manajemen mutu. Panduan mutu dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan dan pelaksanaan prosedur lain. Panduan mutu harus menjelaskan peran dan tanggung jawab manajemen teknis dan manajer mutu (atau yang ekuivalen), termasuk tanggung jawab mereka untuk menjamin pengelolaan praktek laboratorium kesehatan yang baik.

Semua petugas harus diberi instruksi tentang penggunaan, penerapan, dan persyaratan penerapan Panduan Mutu berikut dokumen yang diacu. Seorang petugas harus ditunjuk oleh manajemen laboratorium untuk bertanggung jawab atas pemutakhiran Panduan Mutu sehingga Panduan Mutu yang digunakan setiap saat terjamin kemutakhirannya terhadap sistem yang ditetapkan oleh manajemen.

E. STANDAR PROSEDUR OPERASIONAL

Komponen Standar Prosedur Operasional terdiri dari:

1. Nama prosedur dan nomor prosedur:
 - a. Ditulis dengan singkat namun jelas.
Contoh: Pemeliharaan Mingguan Penangas Air (*Waterbath*)
 - b. Penamaan jangan rancu dengan prosedur lain yang hampir sama.
Contoh: Prosedur Penanganan Limbah Sisa Reaksi, jangan ditulis Prosedur Penanganan Limbah karena akan rancu dengan limbah lain.
 - c. Revisi: Riwayat penulisan naskah tersebut perlu dicantumkan, demikian pula tanda kapan mulai berlakunya prosedur tersebut (lihat butir 8 di bawah), untuk memastikan bahwa pengguna benar-benar sedang menggunakan protap yang sah pada saat itu.

standar prosedur operasional yang sudah kadaluwarsa, perlu ditarik kembali agar tidak lagi digunakan dalam pekerjaan sehari-hari.

2. Tujuan dan Ruang lingkup

Nyatakan tujuan dari prosedur yang ditulis, beserta batasan yang spesifik (agar tidak tumpang tindih dengan prosedur lain).

3. Penanggung jawab

Tuliskan siapa yang bertanggungjawab atas kebenaran isi prosedur tersebut (sebaiknya adalah orang yang juga bertanggungjawab atas terlaksananya prosedur itu).

4. Referensi

Tuliskan sumber-sumber (surat keputusan, pustaka) yang menjadi dasar dari prosedur tersebut.

5. Definisi

Tuliskan pengertian dari semua istilah yang digunakan di seluruh naskah tersebut.

6. Dokumentasi

Sebutkan formulir-formulir yang digunakan dalam mengoperasikan prosedur tersebut. Tiap formulir memiliki judul dan nomor/kode tersendiri.

7. Prosedur kerja

Tuliskan rincian dari prosedur yang dikerjakan, secepatnya dengan alur kerja (*Flowchart*).

Lambang yang digunakan pada alur kerja secara universal adalah seragam, dengan makna khusus bagi tiap jenis lambang, seperti dapat dilihat pada tabel 8.

Perlu diperhatikan bahwa langkah-langkah dalam prosedur seringkali membutuhkan keputusan, misalnya apa yang harus dilakukan dalam hal kontrol tidak memenuhi syarat. Karena itu dalam membuat alur kerja harus diperhatikan adanya kemungkinan seperti itu.

8. Tanggal mulai diberlakukan

Cantumkan tanggal diterbitkannya naskah tersebut, atau tanggal mulai diberlakukan, untuk menjamin bahwa pengguna sedang memakai naskah yang sah setiap saat.

9. Otorisasi

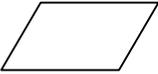
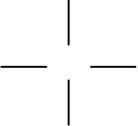
Setiap naskah perlu mendapatkan otorisasi sebagai pensahan. Pensahan dapat dilakukan bertingkat sesuai kepentingan, misalnya pembuat (yang mungkin adalah sekaligus penanggung jawab atau "*owner*" dari prosedur tersebut) dan atasannya yang menyetujui diberlakukannya prosedur tersebut.

Contoh Standar Prosedur Operasional

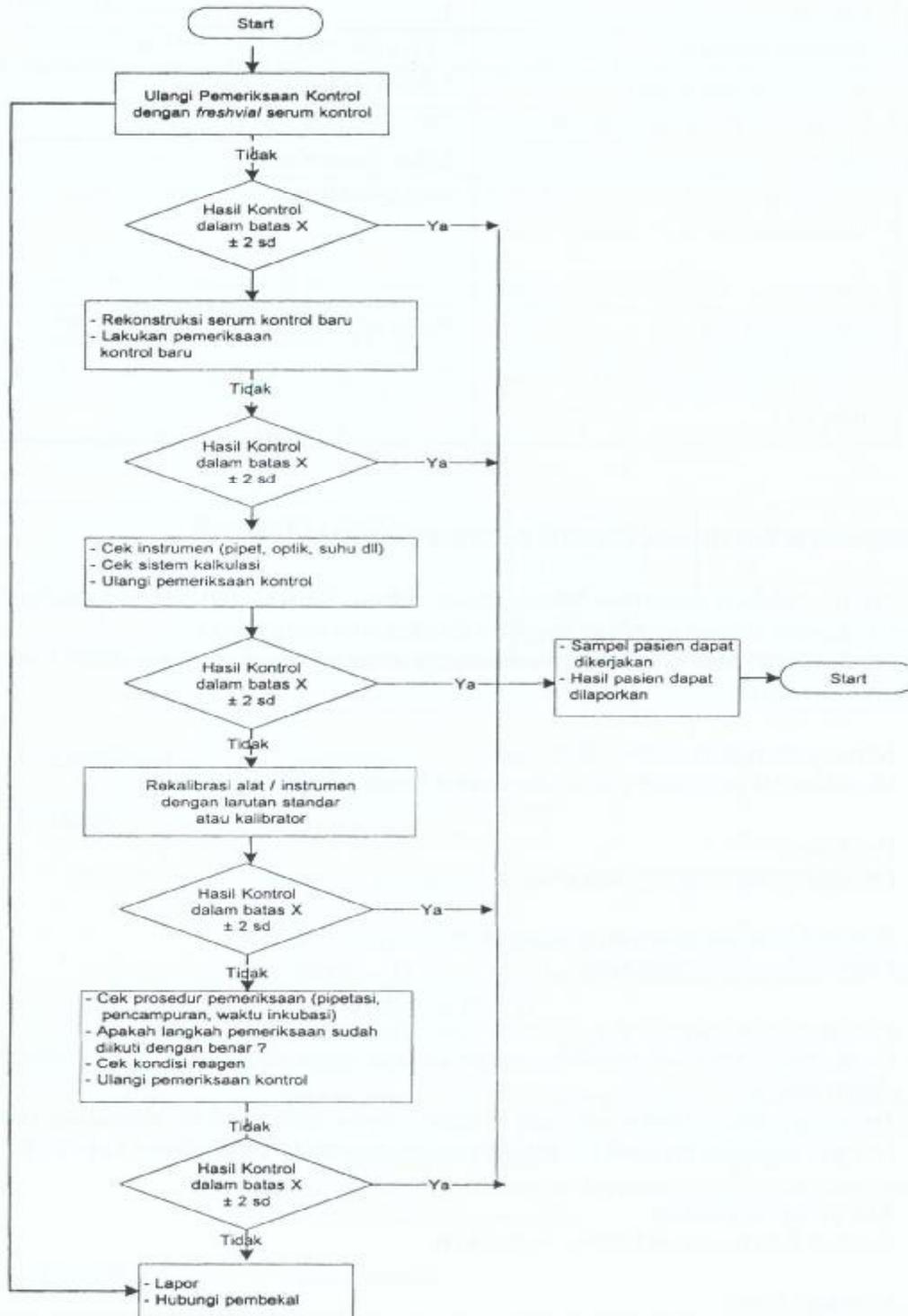
**STANDAR PROSEDUR OPERASIONAL PEMECAHAN MASALAH
UNTUK PENYIMPANGAN PEMERIKSAAN SERUM KONTROL**

1. Tujuan dan ruang lingkup
Prosedur tetap ini ditujukan untuk menjadi pedoman baku dalam penyelesaian masalah bila hasil kontrol menyimpang.
2. Tanggung jawab
Prosedur ini berada di bawah tanggung jawab Manajer Mutu.
3. Rujukan
 - 3.1. Manual Mutu Rumah Sakit Sehat 1998.
 - 3.2. Carson, PA, Dent, NJ, *Good Laboratory and Clinical Practices*, Butterworth, 1994.
4. Pengertian
 - 4.1. *Out of Control*: hasil pemeriksaan serum kontrol keluar dari batas yang ditentukan.
 - 4.2. *Fresh vial*: serum kontrol dari botol yang masih baru/segar.
 - 4.3. Rekonstitusi: pelarutan ulang dari botol yang masih tertutup.
5. Dokumen
Dokumen yang berkaitan dengan prosedur ini: QC 001 laporan harian hasil pemeriksaan kontrol QC 002 laporan harian masalah QC
6. Prosedur
 - 6.1. Bila terjadi hasil *out of control*, ulangi pemeriksaan dengan serum kontrol dari fresh vial.
 - 6.2. Bila hasil kontrol masih belum memenuhi syarat, lakukan pemeriksaan instrumen, sistem perhitungan dan ulangi pemeriksaan kontrol.
 - 6.3. Bila hasil belum memuaskan, lakukan recalibrasi alat dengan larutan standar atau kalibrator.
 - 6.4. Bila hasil belum juga baik, periksalah apakah prosedur kerja sudah diikuti dengan benar, serta periksalah reagen.
 - 6.5. Ulangi pemeriksaan kontrol, bila masih belum baik, laporkan pada pimpinan dan hubungi pemasok/pembekal.

Tabel 8. Lambang yang lazim digunakan dalam alur kerja

LAMBANG	MAKNA
	Proses awal dan akhir kegiatan
	Konektor
	Konektor (halaman lain)
	Persiapan
	Proses
	Input/output
	Alur
	Kartu kontrol
	Kontrol
	selesai

ALUR PEMECAHAN MASALAH UNTUK PENYIMPANGAN PEMERIKSAAN SERUM KONTROL



7. Pengesahan

Edisi No	1
Tanggal berlaku	1 Januari 1999
Tanggal tinjau ulang	1 Juli 1999
Dokumen yang digantikan	PM-001 001
Lokasi	Seksi Kimia Klinik
Penyusun Tanda tangan	Manajer Mutu
Disahkan oleh	Penanggung jawab laboratorium

F. KOMPONEN PETUNJUK TEKNIS/INSTRUKSI KERJA

Komponen dalam petunjuk teknis dapat dibuat sesuai dengan kepentingan, asal dapat dijamin bahwa langkah-langkah dituliskan dengan jelas. Petunjuk teknis bagi pemeriksaan (tahapan analitik) dapat mengandung komponen sebagai berikut:

1. Nama petunjuk/instruksi dan nomor
Lihat huruf E angka 1 pada komponen prosedur tetap.
2. Pelaksana
Dituliskan jabatan dari pelaksana.
3. Prinsip kerja/metode yang digunakan. Cantumkan bilamana ada.
4. Bahan yang digunakan
Cantumkan dengan spesifik semua bahan yang digunakan (atau yang dapat digunakan).
Termasuk disini adalah reagen dengan nama spesifik (bila merupakan reagen komersial dalam bentuk kit, sebaiknya dicantumkan pula nomor katalog).

5. Alat yang digunakan

Cantumkan nama alat yang digunakan.

6. Langkah kerja

Cantumkan langkah demi langkah semua tahapan yang harus dikerjakan.

7. Interferensi/gangguan

8. Interpretasi hasil

Tuliskan bagaimana perhitungan, pembacaan atau interpretasi dari hasil langkah kerja yang dituliskan di atas. Cantumkan pula bila ada rumusan yang digunakan.

9. Nilai normal/nilai rujukan

Cantumkan nilai atau rentang nilai yang digunakan sebagai rujukan yang menyatakan hasil yang diinginkan dalam keadaan normal/sehat.

10. Pustaka rujukan:

Cantumkan pustaka yang digunakan sebagai rujukan bila ada.

11. Tanggal mulai diberlakukan, dan otorisasi

Lihat butir 8 dan 9 pada komponen Prosedur Tetap di atas.

Contoh dari Petunjuk Teknis/Instruksi Kerja.

	INSTRUKSI KERJA	NO. DDK.	
	JUDUL: GLUKOSA	NO. REVISI	
		TANGGAL	
		HALAMAN	

I. PELAKSANA : Staf Kimia

II. PRINSIP : UV test



Heksokinase menganalisa reaksi fosforilasi dari glukosa dalam sampel membentuk glukosa-6-phosphat dengan bantuan ATP



Glukosa-6-phosphat dehydrogenase mengoksidasi

glukosa -6- phosphat dengan adanya NADP membentuk

glukonat-6-phosphat. Tidak ada karbohidrat lain yang teroksidasi. Kecepatan pembentukan NADPH selama reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi glukosa dan

<p>IV. SAMPEL</p> <p>(i) Jenis</p> <p>(ii) Jumlah</p> <p>(iii) Stabilitas</p>	<p>: Serum, plasma EDTA/Heparin/Fluoride, CSF</p> <p>: 300 ul</p> <p>: 15-25°C selama 8 jam 2-8°C selama 72 jam</p> <p>Untuk plasma fluoride atau lodo asetat, stabil 24 jam pada suhu kamar. Pisahkan sampel dari sel-sel (sentrifuge) dilakukan dalam 30 menit setelah pengumpulan sampel.</p> <p>CSF: segera dikerjakan</p>
<p>V. REAGEN</p> <p>(i) Jenis</p> <p>(ii) Penyimpanan</p>	<p>: R1 Buffer/ATP/NADP siap digunakan R2 HK/G6PDH siap digunakan</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2-8°C R1 dan R2 stabil sampai dengan tanggal kadaluwarsa (sebelum vial di buka) - R1 dan R2 : 28 hari di simpan pada alat yang dilengkapi dengan pendingin.
<p>VI. KONTROL</p> <p>(i) Jenis</p> <p>(ii) Penanganan</p> <p>(iii) Penyimpanan</p>	<p>: Kontrol normal dan Kontrol abnormal</p> <p>: Buka tutup botol hati-hati dan pipet dengan tepat 5 ml aquabidest kemudian botol ditutup dan campur secara perlahan selama 30 menit, dan hindari terbentuknya busa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2-8°C dalam bentuk <i>lyophilisate</i> sampai dengan waktu tanggal kadaluarsa . <p>Kontrol yang sudah dilarutkan stabil pada suhu : 25°C selama 12 jam 4°C selama 5 hari</p> <ul style="list-style-type: none"> - 20°C selama 1 bulan (tidak beku ulang)

<p>VII. KALIBRATOR</p> <p>(i) Jenis</p> <p>(ii) Penanganan</p> <p>(iii) Penyimpanan</p>	<p>SI : 0,9% NaCl</p> <p>S2 : Cfas</p> <p>: Buka botol dengan hati-hati dan tambahkan tepat 3 ml larutan botol 2.</p> <p>Kemudian botol ditutup dan diamankan selama 30 menit. Campur perlahan untuk mencegah terbentuknya busa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2-8°C dalam bentuk liofilisat sampai dengan tanggal kadaluarsa. - Kalibrator yang sudah dilarutkan stabil pada suhu 25°C selama 12 jam, 4°C selama 5 hari. - 20°C selama 1 bulan (tidak beku ulang).
<p>(iv) Interval kalibrasi</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalibrasi reagen dilakukan setiap hari dengan menggunakan kalibrator SI (NaCL) 2. Kalibrasi dengan kalibrator S2 dilakukan bila: <ul style="list-style-type: none"> - Ada penggantian <i>lot number</i> reagen - Sesuai dengan permintaan dari prosedur QC
<p>VIII. ALAT</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Merek “x” - Sampel cup - Clinipette 250 ul - Rak sampel - Clinipette 1000 ul
<p>IX. LANGKAH KERJA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cara kalibrasi <ul style="list-style-type: none"> - Pipet 250 ul kalibrator kedalam sampel cup - Letakkan pada rak kalibrator di alat - Kerjakan seperti pada program kalibrasi alat 2. Mengerjakan kontrol <ul style="list-style-type: none"> - Kontrol dikerjakan sesudah hasil

	<p>kalibrasi memenuhi syarat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pipet 250 ul kontrol kedalam sampel cup - Letakkan pada rak kontrol alat - Kerjakan kontrol <p>3. Melakukan pemeriksaan sampel</p> <p>Sesudah hasil kalibrasi dan kontrol memenuhi syarat, lakukan pemeriksaan untuk sampel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pipet 250 ul sampel ke dalam sampel cup - Letakkan pada rak sampel - Kerjakan sampel
X. PERHITUNGAN HASIL	Konversi faktor: mg/dlx 0.0555 = mmol/L
XI. NILAI RUJUKAN	<ul style="list-style-type: none"> - Konsensus DM : < 110 mg/dl - CSF : 40-70 mg/dl
XII. CATATAN	<p>CSF</p> <p>: sampel segera dikerjakan, jika sampel mengandung presipitat maka disentrifuge dahulu sebelum dilakukan pemeriksaan.</p>
Daftar Pustaka :	
Disetujui :	Dibuat oleh.

G. PEMANTAPAN MUTU

Pemantapan mutu (*quality assurance*) Laboratorium Klinik adalah semua kegiatan yang ditujukan untuk menjamin ketelitian dan ketepatan hasil pemeriksaan Laboratorium Klinik.

Kegiatan pemantapan mutu (*quality assurance*) mengandung komponen-komponen:

1. Pemantapan Mutu Internal (*Internal Quality Control*)

Pemantapan mutu internal adalah kegiatan pencegahan dan pengawasan yang dilaksanakan oleh masing-masing laboratorium secara terus menerus agar tidak terjadi atau mengurangi kejadian error/penyimpangan sehingga diperoleh hasil pemeriksaan yang tepat.

Cakupan objek pemantapan mutu internal meliputi aktivitas: tahap pra-analitik, tahap analitik dan tahap pasca-analitik.

Tujuan:

- a. Pemantapan dan penyempurnaan metode pemeriksaan dengan mempertimbangkan aspek analitik dan klinis.
- b. Mempertinggi kesiagaan tenaga, sehingga pengeluaran hasil yang salah tidak terjadi dan perbaikan penyimpangan dapat dilakukan segera.
- c. Memastikan bahwa semua proses mulai dari persiapan pasien, pengambilan, pengiriman, penyimpanan dan pengolahan spesimen sampai dengan pencatatan dan pelaporan telah dilakukan dengan benar.
- d. Mendeteksi penyimpangan dan mengetahui sumbernya.
- e. Membantu perbaikan pelayanan kepada pelanggan (*customer*).

Beberapa kegiatan pemantapan mutu internal yang dibahas:

a. Persiapan pasien

Sebelum spesimen diambil, pasien harus dipersiapkan terlebih dahulu dengan baik sesuai dengan persyaratan pengambilan spesimen pada Bab VSpesimen.

b. Pengambilan dan pengolahan spesimen

Spesimen harus diambil secara benar dengan memperhatikan waktu, lokasi, volume, cara, peralatan, wadah spesimen, pengawet/antikoagulan, sesuai dengan persyaratan pengambilan spesimen yang telah diuraikan pada Bab VSpesimen.

c. Kalibrasi peralatan

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium adalah peralatan laboratorium, oleh karena itu alat perlu dipelihara dan dikalibrasi secara berkala.

Contoh beberapa peralatan laboratorium yang perlu dikalibrasi:

1) Inkubator (Incubator):

- a) Catat suhu inkubator pada kartu setiap hari sebelum mulai bekerja
- b) Penyimpangan suhu yang melebihi 2°C, pengatur suhu perlu disetel kembali.

Contoh kartu pencatatan suhu dapat dilihat pada bagan di bawah ini

PENCATATAN SUHU ALAT

(Untuk lemari es dicatat suhu pagi dan sore hari)

Nama alat :Ruang :

Suhu yang seharusnya :

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tgl
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tgl
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													

Catatan:

Diganti per bulan (2x per hari), ditampilkan dalam bentuk grafik

2) Lemari es (Refrigerator/freezer)

- a) Catat suhu setiap hari (pagi dan sore) dengan termometer atau suhu yang terlihat pada digital display pada freezer
- b) Termometer yang digunakan harus sesuai dengan suhu alat yang dikalibrasi, misalnya 2-8°C, -20°C atau -76°C.
- c) Secara berkala periksa dengan menggunakan termometer standar.
- d) Cocokkan hasil yang didapat antara suhu yang ditunjukkan oleh termometer digital display dengan termometer standar.

Upayakan memantau suhu lemari es dengan termometer maksimum dan minimum, sehingga bisa dipantau suhu terendah dan tertinggi yang pernah dicapai lemari es.

3) Oven

- a) Secara berkala lakukan pemeriksaan suhu dengan menggunakan termometer standar.
- b) Cocokkan hasil yang didapat antara suhu yang tercantum dalam oven dengan suhu yang ditunjukkan oleh termometer standar.

4) Otoklaf (Autoclave)

Digunakan untuk menguji apakah fungsi alat, suhu, waktu dan tekanannya sudah benar.

Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan :

a) Autoclave indicator tape

Cara:

- § Rekatkan indicator tape secara melingkar pada kemasan yang akan disterilisasi. Pada otoklaf yang besar, kemasandiletakkan pada bagian atas dan bagian bawah otoklaf.
- § Atur suhu, waktu dan tekanan
- § Hidupkan otoklaf
- § Setelah selesai, baca indicator tape dengan melihat perubahan warna yang terjadi pada garis-garis diagonal. Bila proses sterilisasi berjalan dengan baik, garis-garis diagonal berubah warna dari putih menjadi coklat kehitam-hitaman.

b) Bacillus stearothermophilus

Cara:

- § Masukkan Bacillus stearothermophilus dalam bentuk liofilisasi dalam otoklaf
- § Atur suhu, waktu dan tekanan
- § Hidupkan otoklaf
- § Setelah selesai, ambil Bacillus stearothermophilus dan tanam pada agar darah (Bloodagar) dan inkubasi pada suhu 40°-60°C selama 24-48 jam.
- Proses sterilisasi berjalan baik bila tidak ada pertumbuhan Bacillus stearothermophilus.

5) Peralatan Elisa (Elisa apparatus)

Peralatan Elisa terdiri dari:

- a) Elisa Reader
- b) Elisa Washer
- c) Incubator
- d) Heating Block

Elisa Reader

Yang perlu dikalibrasi adalah:

- (1) Liniaritas alat
- (2) Stabilitas pembacaan
- (3) Ketepatan pembacaan

Kalibrasi harus dilakukan:

- Pertama kali alat tersebut dipakai
- Setelah penggantian lampu
- Secara berkala untuk ketepatan pembacaan

Cara kalibrasi sangat bervariasi, tergantung dari merek alat, untuk itu perlu mengikuti petunjuk yang terdapat pada masing-masing merek.

Elisa Washer

Yang perlu dikalibrasi pada alat ini adalah:

- (1) Volume dispenser

Waktu dispensing, volume di dalam washer harus sesuai dengan spesifikasi masing-masing alat. Apabila volume tidak tepat, dikalibrasi sesuai dengan petunjuk yang ada pada alat.

- (2) Sisa yang tertinggal dalam sumur (rest volume).

Sisa yang tertinggal tidak boleh melebihi volume yang ditentukan untuk masing-masing alat.

Apabila volume melebihi dari yang ditentukan maka alat perlu dikalibrasi.

- (3) Posisi sumur

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu pada waktu dispensing atau aspirasi, bagian head tidak boleh menyentuh tepi atau dasar sumur.

Inkubator (Incubator)

Suhu yang dipakai harus sesuai dengan spesifikasi masing-masing alat dan dipantau setiap kali digunakan.

Heating block

Suhu heating block harus dikalibrasi dengan cara:

- (1) Letakkan alat NIC pada ruangan inkubasi.
- (2) Pasang digital nilai Ohm.
- (3) Amati perubahan nilai Ohm.
- (4) Hasil yang diperoleh adalah sebesar 702 Ohm untuk suhu 37°C dan 557,5 Ohm untuk suhu 50°C.
- (5) Bila hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan nilai di atas, harus dilakukan penyesuaian dengan cara memutar potensio P3 dan P4 yang terdapat di dalam heating block.

6) pH meter

Kalibrasi perlu dilakukan setiap kali akan digunakan. Dilakukan dengan menggunakan:

a) pH Simulator

Cara:

- (1) Siapkan alat pH meter yang akan diperiksa dan pH simulator.
- (2) Hubungkan pH simulator ketombol yang digunakan untuk menghubungkan dengan elektroda pada pH meter.
- (3) Hubungkan masing-masing alat yang telah disambungkan tersebut ke listrik.
- (4) Berikan input pH 7 dari pH simulator dan atur zero.
- (5) Ulangi tindakan tersebut sampai penunjukan pH meter konstan dan menunjuk angka 7 atau 0 mV.
- (6) Kemudian berikan input pH 4 pada pH simulator, amati dan tepatkan penunjuk pada pH meter sampai menunjuk angka 4 dengan mengatur kompensasi temperatur.
- (7) Lakukan hal yang sama untuk input pH 9 dari pH simulator ke pH meter sampai penunjukan konstan.
- (8) pH meter siap untuk digunakan.

b) Larutan buffer standar

Cara:

- (1) Siapkan larutan-larutan buffer standar pH 4, 7 dan 9 serta akuades serta kertas tissue halus.

- (2) Hubungkan pH meter dengan elektroda gelas.
- (3) Nyalakan pH meter.
- (4) Bilas elektroda dengan akuades yang baru dan keringkan dengan kertas tissue, masukkan kedalam beaker glass yang berisi larutan buffer pH 7.
- (5) Periksa penunjukan pH, tepatkan sampai menunjukkan pH 7 dengan mengatur zero. Ulangi sampai konstan.
- (6) Bilas elektroda dengan akuades dan keringkan dengan kertas tissue, lakukan hal yang sama kedalam larutan buffer pH 4. Periksa penunjukan pH, tepatkan sampai menunjukkan pH 4 dengan mengatur suhu kompensasi. Ulangi sampai meter menunjukkan angka konstan.
- (7) Lakukan hal yang sama untuk larutan buffer pH 9.
- (8) pH meter siap untuk digunakan.

7) Pipet

Cara:

- a) Timbang botol timbangan dengan timbangan analitik, kemudian catat hasilnya, misalnya A mg.
- b) Isap akuades yang sudah diukur suhunya dengan pipet yang akandikalibrasi, masukkan dalam botol timbangan.

Misalnya suhu akuades 25,1°C, tentukan berat jenisnya (BJ) dengan melihat pada tabel BJ akuades yaitu 0,997017. (daftar berat jenis akuades dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

- c) Timbang botol timbangan yang sudah berisi akudes dan catat hasilnya, misalnya B mg.
- d) Hitung berat akuades yaitu (B-A) mg.
- e) Maka volume akuades adalah:

$$\text{Berat akuades (B-A) Volume} = \frac{\text{BJ akuades (0,997017)}}{\text{BJ akuades (0,997017)}}$$

- f) Hitung perbedaan antara volume hasil perhitungan di atas dengan volume yang ada di dalam pipet.
- g) Batas penyimpangan yang masih diperbolehkan sesuai dengan jenis pipet dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah.

Cara kalibrasi ini dapat dilakukan pula untuk labu volumetrik dan gelas ukur dan lain-lain.

Tabel 9. Berat Jenis Akuades dalam gram/ml pada berbagai suhu

T	0.0°C	0.1°C	0.2°C	0.3°C	0.4°C	0.5°C	0.6°C	0.7°C	0.8°C	0.9°C
.0	999840	999846	999853	999859	999865	999871	999877	999883	999888	999893
1.0	999899	999903	999908	999913	999917	999921	999925	999929	999933	999937
2.0	999940	999943	999946	999949	999952	999954	999956	999959	999961	999963
3.0	999964	999968	999967	999968	999969	999970	999971	999971	999972	999972
4.0	999972	999972	999972	999971	999971	999970	999969	999968	999967	999965
5.0	999964	999962	999960	999958	999956	999954	999951	999949	999946	999943
6.0	999940	999937	999933	999930	999926	999926	999918	999914	999910	999906
7.0	999901	999896	999892	999887	999881	999876	999871	999865	999860	999854
8.0	999848	999842	999835	999829	999822	999816	999809	999802	999795	999787
9.0	999780	999229	999215	999200	999186	999172	999157	999142	999128	999707
10.0	999699	999690	999681	999672	999662	999653	999643	999634	999624	999614
11.0	999604	999594	999583	999573	999562	999552	999541	999530	999519	999507
12.0	999496	999485	999473	999461	999449	999437	999425	999413	999401	999388
13.0	999376	999363	999350	999337	999324	999311	999297	999284	999270	999787
14.0	999243	999229	999215	999200	999186	999172	999157	999142	999128	999113
15.0	999098	999083	999067	999052	999036	999021	999005	998989	998973	998957
16.0	998941	998925	998908	998892	998875	998858	998841	998824	998807	998790
17.0	998773	998755	998738	998720	998702	998684	998666	998643	998630	998612
18.0	998593	998575	998558	998537	998519	998500	998480	998461	998542	998422
19.0	998403	888383	998364	998344	998324	998304	998284	998263	998243	998222
20.0	998202	998181	998160	998139	998118	998097	998076	998055	998033	998012
21.0	997990	997968	997947	997925	997903	997881	997858	997836	997814	997791
22.0	997768	997746	997723	997700	997677	997654	997630	997606	997584	997560
23.0	997536	997513	997489	997465	997441	997417	997392	997368	997344	997319
24.0	997294	997270	997245	997220	997195	997170	997145	997119	997094	997968
25.0	997043	997017	996991	996966	996940	996913	996887	996861	996835	996808
26.0	996782	996755	996728	996702	996675	996648	996621	996593	996566	996539
27.0	996511	996484	996456	996428	996401	996373	996345	996316	996288	996260
28.0	996232	996203	996175	996148	996117	996088	996060	996031	996001	995972
29.0	995943	995914	995884	995855	995825	995795	995765	995736	995706	995676
30.0	995645	995615	995585	995554	995524	995493	995463	995432	995401	995370
31.0	995339	995308	995277	995246	995214	995183	995151	995120	995080	995056
32.0	995024	994992	994960	994928	994864	994831	994799	994799	994766	994734
33.0	994701	994668	994635	994602	994559	994536	994503	994470	994436	994403
34.0	994369	994336	994302	994268	994234	994201	994167	994132	994098	994064
35.0	994030	993995	993961	993926	992891	993857	993822	993787	993752	993717
36.0	993682	993647	993611	993576	993541	993505	993469	993434	993398	993362
37.0	993326	993290	993254	993218	993182	993146	993109	993073	993036	993000
38.0	992963	992926	992889	992852	992815	992778	992741	992704	992267	992629
39.0	992592	992554	992517	992479	992442	992404	992366	992328	992290	992252

Dikutip dari "Total Quality Control in the Clinical Laboratory"

Tabel 10. Batas Toleransi Penyimpangan Pengukuran Pipet dan lain-lain berdasarkan National Bureau of Standards

Volume	Batas Toleransi (ml)				
	Pipet	Pipet	Buret	Labu	Gelas
1/2	0,006	-	-	-	-
1	0,006	0,01	-	0,01	-
2	0,006	0,01	-	0,015	-
3	0,01	-	-	0,015	-
4	0,01	-	-	0,02	-
5	0,01	0,02	0,01	0,02	0,05
10	0,01	0,03	0,02	0,02	0,08
15	0,01	-	-	-	-
20	0,03	-	-	-	-
25	0,03	0,05	0,05	0,03	0,14
50	0,05	-	0,05	0,05	0,20
100	0,08	-	0,10	0,08	0,35
200	0,10	-	-	0,10	-
250	-	-	-	0,12	0,65
500	-	-	-	0,20	0,10
1000	-	-	-	0,30	2,0
2000	-	-	-	0,50	3,5

Untuk volume dalam µl batas toleransi maksimum adalah 1 %

8) **Penangas air (Waterbath)**

Yang perlu dipantau adalah suhu. Cara pemantauan pengatur suhu sama seperti pemantauan suhu pada refrigerator atau oven.

9) **Sentrifus (Centrifuge)**

Kalibrasi sentrifus dilakukan dengan mengukur kecepatan permenit dan waktu. Pada refrigerated centrifuge selain kalibrasi rpm dan waktu juga perlu kalibrasi suhu.

a) **Kalibrasi rpm**

Dapat dilakukan dengan menggunakan:

(1) **Tachometer mekanik yaitu dengan kabel yang lentur.**

Cara :

- Ujung kabel yang satu dikaitkan pada kumparan motor di dalam, sedangkan ujung yang lain dihubungkan dengan alat meter.
- Set sentrifus pada rpm tertentu, kemudian jalankan.
- Catat rpm yang ditunjukkan oleh meter pada tachometer.
- Ulangi beberapa kali, hitung rata-rata.

(2) **Tachometer elektrik**

Cara:

- Letakkan bagian magnet di sekeliling kumparan, sehingga menimbulkan aliran listrik bila alat dijalankan.
- Set sentrifus pada rpm tertentu.
- Aliran listrik yang timbul akan menggerakkan bagian meter.
- Catat rpm yang ditunjukkan oleh meter pada tachometer.
- Ulangi beberapa kali, hitung nilai rata-rata.

(3) **Strobe light**

Alat ini digunakan bila tachometer tidak dapat menjangkau motor. Pemeriksaan dilakukan beberapa kali dan hitung nilai rata-rata.

Kecepatan putar/rpm masih dapat diterima bila penyimpangan nilai rata-rata tidak lebih dari 5%.

b) Kalibrasi alat pencatat waktu (timer)

Dapat dilakukan dengan menggunakan stopwatch.

Cara:

- Set sentrifus pada waktu yang sering dipakai, misalnya 5 menit.
- Jalankan alat dan bersamaan dengan itu jalankan stopwatch.
- Pada waktu sentrifus berhenti, matikan stopwatch, catat waktu yang ditunjukkan stopwatch.
- Ulangi beberapa kali, hitung nilai rata-rata.

Alat pencatat waktu (timer) masih dapat diterima bila penyimpangan nilai rata-rata tidak lebih dari 10%.

10) Spektrofotometer (spectrophotometer)

Kalibrasi meliputi:

a) Ketepatan pengukuran absorban.
Kalibrasi dilakukan setiap minggu.

Kalibrasi dilakukan dengan memakai larutan 50 mg atau 100 mg/L kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) dan 0,8 N Asam sulfat (H_2SO_4).

Formula larutan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Larutan tersebut mempunyai nilai absorban pada setiap panjang gelombang.

b) Ketepatan panjang gelombang.

Lakukan kalibrasi ini setiap 6 bulan.

Kalibrasi dapat menggunakan beberapa cara:

(1) Dengan warna sinar

Kalibrasi berdasarkan pengamatan warna, hasilnya kurang teliti.

Cara:

- Pada arah jalannya sinar diberi kertas putih dan amati warna yang timbul pada panjang gelombang tertentu yaitu:

- Hijau kebiruan pada panjang gelombang 500 nm
 - Hijau terang pada panjang gelombang 525 nm
 - Kuning hijau pada panjang gelombang 585 nm
- Toleransi yang masih dianggap baik adalah ± 5 nm.

(2) Dengan lampu Deuterium

Hanya dapat dilakukan pada spektrofotometer UV-Vis.

Cara:

Apakah %T maksimum ada pada panjang gelombang $656 \pm 0,4$ nm.

(3) Dengan Didynium filter atau Holmium Oxide

Cara:

Periksa %T minimum/Absorben maksimum dari Didynium filter atau Holmium oxide.

%T dari Didynium filter ada pada panjang gelombang 586 ± 3 nm, sedangkan %T minimum dari Holmium oxide pada panjang gelombang $360,9 \pm 0,75$ nm.

(4) Dengan standar filter bersertifikat

Beberapa spectrophotometer dapat menggunakan filter standar bersertifikat yang mempunyai % T maksimum untuk panjang gelombang tertentu seperti yang tercantum pada labelnya.

Cara:

§ Bila spectrophotometer yang akan dikalibrasi mempunyai lebih dari satu sumber, gunakan lampu Tungsten.

§ Masukkan standar panjang gelombang 10 nm di bawah standar panjang gelombang.

§ Atur %T sehingga menunjukkan 80-90%T.

§ Panjang gelombang dimasukkan perlahan-lahan sambil mengamati %T, %T harus naik, bila tidak naik ulangi langkah-langkah tersebut di atas.

Carilah panjang gelombang dimana terdapat % T maksimum dan catat panjang gelombang tersebut. Batas yang dapat ditoleransi adalah panjang gelombang standar seperti pada tabel + 5 nm.

c) Linearitas alat

Lakukan kalibrasi setiap 6 bulan.

Kalibrasi linearitas dapat dilakukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu terhadap konsentrasi larutan yang berbeda-beda yang telah diketahui nilainya.

Pemeriksaan dilakukan dengan:

- (1) Larutan Kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) untuk daerah UV(< 400 nm), dengan serial konsentrasi.

Cara:

- Buat stok $K_2Cr_2O_7$ yaitu dengan melarutkan 50 mg kalium bikromat dalam 1 liter asam sulfat 0,01 N.
- Buat serial pengenceran stok kalium bikromat dengan larutan asam stok diencerkan hingga menjadi 25 ml.

10 ml sulfat 0,01 N sebagai berikut:

10 ml stok diencerkan hingga menjadi 50 ml. 5 stok diencerkan menjadi 50 ml.

- Ukur absorban dari masing-masing pengenceran dengan menggunakan blangko asam sulfat 0,01 N pada panjang gelombang 350 nm.
- Hasil disebut linier bila nilai absorban dari masing-masing pengenceran seperti terlihat pada tabel 11.

Table 11. Nilai absorban pada berbagai pengenceran larutan $K_2Cr_2O_7$

Stok $K_2Cr_2O_7$	Volume setelah pengenceran	Nilai absorban
10ml	25ml	0,214
10ml	50ml	0,107

- Selain itu dapat pula dengan mencatat hubungan antara konsentrasi dan absorban dengan menggunakan kertas grafik dan amati apakah grafik menunjukkan garis lurus atau tidak.

- (2) Larutan Cobalt ammonium sulfat untuk daerah panjang gelombang lebih dari 400 nm.

Cara:

- Buat larutan stok Cobalt ammonium sulfat yaitu dengan melarutkan 8,0 gr Cobalt ammonium dalam 100 ml Asam sulfat 1% v/v.
- Buat pengenceran yang tepat dengan perbandingan 1:2, 1:3 dan 1:4.
- Ukur absorban dari masing-masing pengenceran dengan blanko asam sulfat 1% pada panjang gelombang 512 nm.

Plot hubungan antara konsentrasi dan absorban yang dibaca pada kertas grafik dan amati apakah grafiknya menunjukkan garis lurus.

- (3) Filter standar bersertifikat yang telah diketahui %T pada panjang gelombang tertentu.

Cara:

- Masukkan standar 100 %T.
- Set panjang gelombang sesuai dengan yang tercantum pada label.
- Atur %T hingga menunjukkan 100%T.
- Ganti standar 100 %T dengan standar 0%T.
- Ulangi langkah-langkah di atas supaya menunjukkan 0%T dan 100 %T yang stabil.
- Masukkan standar 50 %T dan catat nilai %T nya.
- Ganti standar 50 %T dengan standar 10 %T dan catat nilai % T nya.
- Batas toleransi yang masih dapat diterima sesuai dengan petunjuk produk tersebut.

- 4) Stray light (stray energy).

Stray light adalah cahaya lain diluar panjang gelombang tertentu yang diinginkan. Sumbernya dapat berasal dari sinar yang bocor dari luar, sinar dari panjang gelombang lain atau dari alat itu sendiri. Misalnya kerusakan monokromator dan pembiasan sinar yang jatuh pada kuvet.

Straylight dapat mengakibatkan alat kehilangan linearitas dan terjadi pergeseran puncak absorpsi.

Lakukan kalibrasi setiap 6 bulan.

Kalibrasi dilakukan dengan beberapa cara:

- a) Larutan sodium iodida
Sodium iodida dalam air mempunyai %T lebih kecil dari 1 pada panjang gelombang 260 nm.
- b) Gelas coming vicor
Gelas tidak akan mentransmisikan cahaya pada panjang gelombang 205 nm.
- c) Standar filter bersertifikat
Pada standar filter tersebut terdapat 3 buah filter SRE dengan panjang gelombang 220 nm, 340 nm, dan 400 nm.

Filter akan menyerap cahaya di atas panjang gelombang tersebut dan akan melewatkan cahaya di bawah panjang gelombang tersebut.

Cara:

- Masukkan standar 100 %T.
- Set pajang gelombang 400 nm.
- Atur%Thingga menunjukkan 100%T.
- Ganti standar 100 % T dengan standar SRE 400 nm dan catat pembacaan %T.
- Ulangi langkah-langkah tersebut di atas untuk filter SRE 340 nm dan 220 nm.
- Hasil yang masih dapat diterima adalah 0-0,6 %T.

11) Timbangan analitik (Analytical Balance)

Timbangan analitik dikalibrasi oleh laboratorium kalibrasi yang terakreditasi. Laboratorium dapat melakukan pemantauan sebelum digunakan dengan menggunakan anak timbangan standar yang bersertifikat. 1 kelas di atasnya, yang memperlihatkan nilai nominal setiap anak timbangan, deviasi sistematis dari nilai nominal, kelas ketelitian, ketidakpastian, nilai massa dan massa jenis bahan atau volume.

Cara kalibrasi anak timbangan:

- a) Periksa titik nol, jarum penunjuk angka harus menunjukkan angka nol.
- 2) Letakkan anak timbangan standar yang teringan.

Timbang anak timbangan yang dipakaisehari-hari.

Baca dan catat hasilnya.

- 3) Ulangi penimbangan dengan anak timbangan standar yang lebih berat.
- 4) Anak timbangan dianggap masih tepat bila berat yang ditunjukkan oleh anak timbangan tidak menyimpang lebih besar dari 0,1% dari berat masing-masing anak timbangan standar.

12) Timbangan elektrik (Electrical Balance)

Kalibrasi timbangan dilakukan setiap hari dengan memakai anak timbangan standar yang bersertifikat kelas S.

Cara:

- a) Lakukan penimbangan anak timbangan standar.
- b) Catat hasil penimbangan.

Ulangi sampai 5 kali, hitung nilai rata-rata toleransi perbedaan berat yang masih dapat diterima adalah:

Untuk berat 1-50 mg $=\pm 0,014$ mg

Untuk berat 100-500 mg $=\pm 0,025$ mg

Untuk berat 1-5g $=\pm 0,054$ mg

13) Termometer

Kalibrasi dilakukan setiap 6 bulan sekali dengan cara sebagai berikut:

- a) Letakkan termometer yang dikalibrasi dan termometer standar bersertifikat berdekatan dalam ruang ber AC (suhu 20°- 25°C) dan diamkan selama 1 jam.
- b) Catat suhu yang ditunjukkan oleh kedua termometer
- c) Termometer memenuhi syarat bila perbedaan pembacaan suhu antara kedua termometer adalah $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- d) Ulangi pemeriksaan di atas dengan menggunakan suhu 30°C - 40°C (dalam oven)

d. Uji kualitas air

Air di dalam laboratorium digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain pengenceran reagen (air derajat reagen), analisa blanko, pencucian dan lain-lain. Kebutuhan mutu air berbeda-beda tergantung dari tujuan air tersebut akan digunakan, misalnya air derajat reagen harus

bebas dari zat-zat yang mengganggu analisa, sedangkan bila untuk pencucian hanya dibutuhkan air yang bersih saja. Laboratorium harus memeriksa apakah telah terjadi perubahan selama pembuatan sampai penggunaannya, untuk itu perlu dilakukan pengujian kualitas air. Untuk air yang dibuat sendiri, uji kualitas dilakukan setiap kali pembuatan, sedangkan untuk air yang dibeli, uji kualitas dilakukan setiap kemasan. Apabila hasil pengujian tidak memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan, maka dilakukan destilasi atau demineralisasi ulang.

Pemeriksaan/uji kualitas air berbeda-beda sesuai dengan jenis airnya.

1) Air Suling

Pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

a) Pemerian/Pemeriksaan Fisik

Air tersebut memenuhi syarat bila cairan tersebut jernih, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa.

b) Pemeriksaan Keasaman Kebasaan

Cara:

Pada 10 ml air tambahkan 2 tetes larutan merah metil atau 5 tetes larutan biru bromtimol. Air tersebut memenuhi syarat bila tidak berwarna. Bila berwarna merah dengan larutan merah metil berarti air tersebut bersifat asam, sedangkan bila berwarna biru dengan larutan Biru brom timol berarti bersifat basa.

c) Pemeriksaan Amoniumcara:

(1) Pada 50 ml air tambahkan 2 ml larutan Kalium tetraiodohidrgirat (II) basa.

(2) Buat larutan pembanding dengan mencampur 50 ml air bebas Amoniak dengan 2 ml Amonium klorida encer.

(3) Bandingkan warna air yang diperiksa dengan warna air dalam tabung pembanding di atas dasar putih.

Air tersebut memenuhi syarat bila warnanya tidak lebih tua dari larutan pembanding.

d) Pemeriksaan Besi, Tembaga, Timbal

Cara:

Pada 100 ml air tambahkan 1 tetes larutan Natrium sulfida 10,0% b/v.

Air tersebut memenuhi syarat bila cairan tetap jernih dan tidak berwarna.

e) **Pemeriksaan Kalsium**

Cara:

Pada 100 ml air tambahkan 2 ml Amonium oksalat 2,5 % b/v.

Air tersebut memenuhi syarat bila tidak terjadi kekeruhan.

f) **Pemeriksaan Klorida**

Cara:

(1) Pada 10 ml air tambahkan 1 ml larutan perak nitrat 5,0% b/v.

(2) Biarkan selama 5 menit.

Air tersebut memenuhi syarat bila cairan tetap jernih dan tidak berwarna.

g) **Pemeriksaan Nitrat** cara:

(1) Masukkan sejumlah air dalam sebuah tabung.

(2) Tuangkan dengan hati-hati 5 ml larutan difenilamin di atas air.

(3) Perhatikan warna pada bidang atas

Air tersebut memenuhi syarat bila tidak terjadi warna biru pada bidang batas.

h) **Pemeriksaan Sulfat**

Cara:

(1) Pada 10 ml air tambahkan larutan barium klorida 12,0% b/v.

(2) Biarkan selama 5 menit.

Air tersebut memenuhi syarat bila cairan tetap jernih dan tidak berwarna.

i) **Pemeriksaan Karbondioksida**

Cara:

(1) Pada 25 ml air tambahkan 25 ml larutan Kalsium hidroksida 0,04 N.

(2) Biarkan selama 5 menit.

Air tersebut memenuhi syarat bila cairan tetap jernih.

j) Pemeriksaan Zat Teroksidasi

Cara:

- (1) Pada 100 ml air tambahkan 10 ml Asam sulfat encer.(104 gramAsam sulfat dan 896 gram air) dan 0,5 ml kalium permanganat 0,01 N.
- (2) Kemudiandidihkan.

Air tersebut memenuhi syarat bila cairan berwarna merah ungu.

k) Pemeriksaan Sisa Penguapan

Cara:

- (1) Lakukan penguapan 100 ml air di atas penangas air hingga kering.
- (2) Hasilnya tidaklebih dari 0,01 gr.

2) Air Demineralisasi

Pengujian air demineralisasi sama seperti pengujian yang dilakukan untuk air suling, ditambah dengan pemeriksaan dibawah ini.

a) Pemeriksaan Amonia albuminoid

Cara:

- (1) Pada 500 ml air tambahkan 200 mg magnesium karbonat.
- (2) Suling sebanyak 200 ml dan buang sulingan tersebut.
- (3) Tambahkan 25 ml larutan kalium permanganat basa.
- (4) Suling lagi sebanyak 100 ml dan buang sulingan tersebut.
- (5) Tambahkan lagi 25 ml larutan kalium permanganat basa.
- (6) Suling sebanyak 100 ml.
- (7) Pada sulingan tersebut tambahkan 4 ml larutan kalium tetraiodohidrargirat (II)basa.
- (8) Buat larutan pembanding dengan menambahkan 4 ml larutan kalium tetraiodohidrargirat (II) basa pada campuran 100 ml air bebas amoniak dan 4 ml larutan amonium klorida encer
- (9) Bandingkan warna air yang diperiksa dengan larutan pembanding

(10) Air tersebut memenuhi syarat bila warna yang terjadi tidak lebih tua dari warna larutan pembanding.

b) Pemeriksaan daya tahan listrik (resistivitas)

Cara:

Ukur daya tahan listrik air demineral segar dengan alat penukar ion.

Air tersebut memenuhi syarat bila hasilnya tidak kurang dari 1 megaohm cm.

3) Air Bersih

Pemeriksaan air bersih mencakup pemeriksaan fisika, kimia dan mikrobiologi seperti dalam Tabel 12.

Tabel 12. Daftar persyaratan kualitas air bersih

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
	A. FISIKA			
1.	Bau	-	-	tidak berbau
2.	Jumlah zat	mg/L	1500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4.	Rasa	-	-	tidak berasa
5.	Suhu	°	suhu udara ± 3°C	
6.	Warna	Skala TCU	50	
	B. KIMIA			
	- Kimia Anorganik			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	
2.	Arsen	mg/L	0,05	
3.	Besi	mg/L	1,0	
4.	Florida	mg/L	1,5	

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
5.	Kadmium	mg/L	0,005	
6.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
7.	Khlorida	mg/L	600	
8.	Kronium, Valens-6	mg/L	0,05	
9.	Mangan	mg/L	0,5	
10.	Nitrat sebagai N	mg/L	10	
11.	Nitrit sebagai N	mg/L	1,01,0	
12.	pH	-	6,5 - 9,0	Merupakan batas minimum dan
13.	Selenium	mg/L	0,01	
14.	Seng	mg/L	15	
15.	Sianida	mg/L	0,1	
16.	Sulfat	mg/L	400	
17.	Timbal	mg/L	0,05	
	- Kimia Organik			
1.	Aldrin dan Dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzene	mg/L	0,01	
3.	Benzo (a)pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlorodane (total	mg/L	0,007	
5.	Chloroform	mg/L	0,03	
6.	24-D	mg/L	0,10	
7.	DOT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,5	

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
9.*	1,2-Dichloroethane	mg/L	0,01	
10.	1,1-Dichloroethane	mg/L	0,0003	
11.	Heptachlor dan	mg/L	0,003	
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0.00001	
13.	Gamma-HCH(Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/L	0,10	
15.	Penthachlorophenol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida total	mg/L	0,10	
17.	3,4,6-	mg/L	0,01	
18.	Zat organik	mg/L	10	
	- Mikrobiologik			
1.	Total Koliform(MPN)	Jumlah per	50	Bukan air
		Jumlah	10	Air perpipaan
	- Radia Aktivitas			
1.	Aktivitas	Bg/L	0,1	
2.	Aktivitas Beta	Bg/L	1,0	

e. Uji kualitas reagen

Reagen yang digunakan di laboratorium ada yang dapat dibuat sendiri dan ada yang sudah jadi/komersial.

Baik reagen yang dibuat sendiri maupun yang komersial mempunyai persyaratan-persyaratan tertentu.

1) Reagen buatan sendiri

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- a) Bahan kimia anhidrat (tidak mengandung molekul air) yang digunakan untuk pembuatan larutan standar kalibrasi dan titrasi harus dikeringkan terlebih dahulu dalam oven dengan suhu 105°C – 110°C minimal 1-2 jam, sebaiknya satu malam. Kemudian dinginkan sampai suhu kamar dalam desikator, timbang dalam jumlah yang tepat lalu dilarutkan.
- b) Untuk garam hidrat (mengandung molekul air) cukup dikeringkan dalam desikator.
- c) Pada waktu pengenceran harus diperhatikan kualitas akuadest yang dipakai. Air yang mengandung kaporit akan mempengaruhi reagen untuk pemeriksaan kalsium dan klorida, sedangkan air yang mengandung banyak logam akan mempengaruhi pemeriksaan logam dan pewarna.
- d) Larutan kerja sifatnya tidak tahan lama sehingga harus dibuat secukupnya sesuai kebutuhan Untuk penyimpanan sebaiknya dalam bentuk larutan stok (larutan induk).
- e) Wadah reagen perlu diberi label yang berisi nama reagen (rumus kimia), tanggal pembuatan dan paraf pembuat.
- f) Harus diketahui sifat bahan kimia yang dibuat.
Reagen tertentu tidak boleh disimpan berdekatan atau dicampur karena dapat bereaksi.
- g) Penyimpanan untuk reagen tertentu mempunyai persyaratan khusus, misalnya tidak boleh terkena paparan cahaya, harus pada suhu ruangan, suhu dingin atau beku dan sebagainya.

2) Reagen yang sudah jadi/komersial

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

a) Etiket/label wadah

Umumnya pada reagen komersial sudah tercantum nama atau kode bahan, tanggal produksi dan batas kadaluwarsa serta nomor batch reagen tersebut.

b) Batas kadaluwarsa

Perhatikan batas kadaluwarsanya

Masa kadaluwarsa yang tercantum pada kemasan hanya berlaku untuk reagen yang disimpan pada kondisi baik dan belum pernah dibuka, karena reagen yang wadahnya sudah

pernah dibuka mempunyai masa daluwarsa lebih pendek dari reagen yang belum dibuka.

c) Keadaanfisik

Kemasan harus dalam keadaan utuh, isi tidak mengeras dan tidak ada perubahan warna.

Pengujian kualitas dapat dilakukan dengan:

- (1) Melakukan pemeriksaan bahan kontrol assayed yang telah diketahui nilainya dengan menggunakan reagen tersebut
- (2) Menggunakan strain kuman untuk uji kualitas reagen mikrobiologi

Uji berbagai jenis larutan pewarna dan reagen mikrobiologi dapat dilihat pada Tabel13.

Tabel 13. Uji kualitas reagen mikrobiologi

LARUTAN	SPESIMEN/	ORGANISME	HASIL YANG DIHARAPKAN
Pewarna Gram	Sediaan apus	Streptococcus	Coccus Gram positif
Pewarna Ziehl	Sediaan apus	M. tuberculosis	Tampak adanya BTA
Pewarna		E. coli	Basil/cocci
Pewarna	Hapusan	Parasit malaria	Ditemukan parasit malaria
Larutan	Tinja yang	Kista Entamoeba	Terlihat inti dari kista
Spora		Bacilles species	Spora terwarnai satu warna,
Basitracin disc	Agar darah	S. pyogenes	Ada zone pembatas.
Catalase	Tryptic soy	S. aureus	Terlihat adanya bubbles
ONPG	TSI atau Kligler	Serratia	Berwarna kuning
Optochin disc	Blood agar	S. pneumoniae	Tidak ada pertumbuhan di
Oxidase	Tryptic soy	P. aeruginosa	Warna koloni menjadi
Coagulase		S. aureus	Terbentuk gumpalan dalam

LARUTAN	SPEKIMEN/	ORGANISME	HASIL YANG DIHARAPKAN
Indole		E. coli	Cincin merah pada
Methyl red		E. coli	Warna merah
Voges		E. aerogenes	Warna merah
Oxidase disc		P. aeruginosa	Warna ungu dalam 30 detik

f. Uji kualitas media

Uji kualitas media mencakup aspek yang luas, baik media buatan sendiri maupun media jadi, oleh karena itu penyiapan media harus mendapat perhatian.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyiapan media:

Sampel media dehidrasi (dehydrated media) ditimbang dan ditambahkan ke dalam air suling dan bebas mineral, lalu dicampur untuk membuat suspensi yang homogen kemudian panaskan untuk melarutkan zat-zat dalam medium. Panas yang digunakan harus diatur hanya cukup sampai membuat larutan yang sempurna, kecuali dinyatakan lain dalam prosedur. Pengocokan yang tetap selama proses pemanasan penting sebab bongkahan kecil agar/bahan media yang akan dilarutkan dapat turun ke dasar wadah dan pemecahannya memerlukan jumlah panas yang tinggi. Pemanasan lebih lama akan menghasilkan denaturasi protein, karamelisasi karbohidrat, inaktivasi zat-zat gizi dan kehilangan kadar air yang berarti karena penguapan.

Media dilarutkan ke dalam wadah yang berukuran cukup dan sterilisasi dengan otoklaf. Setelah selesai harus segera dikeluarkan dari otoklaf untuk menghindari pemanasan yang lebih lama. Wadah berisi media agar harus dipindahkan ke penangas air bersuhu 48 - 50°C sampai mencapai suhu yang diperlukan. Penyimpanan lebih lama di penangas air harus dihindari.

pH setiap batch media harus diperiksa dengan pH meter setelah media dibiarkan dingin sampai suhu kamar. Untuk menguji media agar, dapat digunakan elektrode permukaan atau elektrode biasa. Media yang menyimpang > 0,2 unit pH dari pH optimum harus dibuang.

Media dapat dituang ke dalam tabung atau cawan petri dalam ruangan bersih atau di bawah aliran udara laminar (laminar flow). Ruangan tersebut harus dijaga cukup terang, bebas dari bahan-bahan lain

(kecuali yang diperlukan untuk prosedur pembagian) dan bebas dari lalu lalang selama proses pembagian. Setiap usaha harus dilakukan untuk mencegah kontaminasi media pada tahap ini.

Kualitas media harus diperiksa dahulu sebelum media digunakan.

Ada bermacam-macam cara untuk menguji mutu media yang telah dibuat, yaitu:

1) Secara visual

Yaitu dengan memperhatikan atau melihat warna, kekeruhan dan lain-lain.

Contoh:

- a) Media gula-gula yang dilengkapi tabung Durham bila terlihat gelembung udara berarti sudah tidak dapat dipergunakan lagi.
- b) Bila warna media tidak sesuai dengan warna standar maka harus dicurigai adanya perbedaan pH, untuk itu periksalah dengan menggunakan pH meter. Bila pH media berbeda $\pm 0,2$ satuan, tambahkan asam atau basa.

2) Uji sterilitas

Uji sterilitas dilakukan pada media yang diperkaya dengan bahan-bahan tertentu seperti agar darah atau agar coklat.

Cara:

- a) Ambil sejumlah 5% dari tiap batch media yang dibuat
- b) Inkubasi selama 2 hari pada suhu 35°C
- c) Bila terdapat pertumbuhan lebih dari 2 koloni kuman per cawan petri atau lebih, berarti seluruh media dari batch tersebut dapat di pakai.

3) Penanaman kuman kontrol positif dan kontrol negatif

Kuman kontrol positif adalah kuman yang seharusnya tumbuh pada media tertentu, sedangkan kuman kontrol negatif adalah kuman yang seharusnya tidak tumbuh pada media tertentu.

Uji media dengan menggunakan kuman kontrol positif dan kontrol negatif ini dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Uji media dengan menggunakan kuman

MEDIA	INKUBASI	ORGANISME	HASILYANG
Bile aseculin agar	24 jam	E. faecalis S. pyogenes	Tumbuh & menjadi hitam Tidak tumbuh
Blood agar	24 jam CO ₂ / candle jar	S. pyogenes S. pneumoniae	Tumbuh dan β hemolisis Tumbuh dan α hemolisis Tumbuh dan α hemolisis
Chocolate agar	24 jam CO ₂	Haemophilus influenzae	Tumbuh
Decarboxidase - lysine	48 jam	S. typhymurium Shigella flexneri	Positif Negatif
- ornithine	48 jam	S. typhymurium K. pneumoniae	Positif Negatif
- arginine (dihydrolase)	48 jam	S. typhymurium K. pneumoniae	Positif Negatif

MEDIA	INKUBASI	ORGANISME	HASILYANG
Gelatine (rapid test)	24 jam	E.coli	Negatif
Kligler's iron agar dan Triple sugar iron agar	24 jam	Serratia marcescens Citrobacterfreundii S. typhimurium S. flexneri Acinetobacter	Positif A/A gas + H ₂ S*) K/A gas + H ₂ S *) K/A Tidak ada perubahan
MacConkey agar	24 jam aerob	E.coli P. mirabilis	Koloni merah Koloni tak berwarna
Malonate broth	24 jam	E.coli K. pneumoniae	Negatif (hijau) Positif (biru)
Manitol salt agar	24jam aerob	S. aureus T. epidermidis E.coli	Koloni kuning Koloni merah muda Tidak tumbuh
Methyl red/Voges Peoskauer	48 jam	E.coli K. pneumoniae	Positif/negatif Positif/negatif
Mueller-Hinton agar	24 jam	E. coli ATCC 25922 S.aureus ATCC 25923 P. aeruginosa ATCC 27853	Diameter zone yang dapat diterima (lihat tabel 15)
Nitrate broth	24jam	E.coli Acinetobacter	Positif Negatif

MEDIA	INKUBASI	ORGANISME	HASILYANG
OF dextrose (without oil)	24 jam	P. aeruginosa Acinetobacter calcoaceticus biovar Iwoffii	Oksidasi pada permukaan Tidakada perubahan
Pepton water (indole)	24 jam	E.coli P. mirabilis	Positif Negatif
Phenylalanine deaminase	24 jam	E. coli P. mirabilis	Negatif Positif
Rappaport broth Selenite broth & kultur Tetrathionate broth	24 jam	S. typhimurium E.coli	Tumbuh setelah sub kultur Tumbuh tanpa sub
Salmonella/ Shigella (SS) agar	24 jam aerob 24 jam suhu kamar	E.coli S. typhimurium Yersinia enterocolitica Shigella flexineri	Tumbuh koloni Tidak tumbuh Tidak berwarna Tidak berwarna
Simmons citrate	48 jam	E.coli K. pneumoniae	Tidaktumbuh Tumbuh warna biru
TCBS	24 jam	Vibrio (non agglutinable) E.coli	Koloni kuning Tidak tumbuh

MEDIA	INKUBASI	ORGANISME	HASILYANG
Thayer- Martin agar	24 jam	N. meningitidis	Tumbuh
	CO ₂	M.gonorrhoeae	Tumbuh
		Staphylococcus	Tumbuh
		E.coli	Tidaktumbuh
Thioglycollate broth	24 jam	Bacteroidesfragilis	Tumbuh
Urea medium	24 jam	Ecoli	Negatif
		P. mirabilis	Positif (merah muda)

Keterangan: *) A/A: Lereng asam/dasar asam

K/A: Lereng basa/dasar asam

4) Uji kualitas pemeriksaan kepekaan kuman

Pemeriksaan kepekaan kuman dengan metoda cakram, dianjurkan oleh WHO dengan menggunakan metoda modifikasi Kirby-Bauer.

Uji kepekaan strain kuman kontrol dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Uji kepekaan strain kuman kontrol (NCCLS, 1995)

ANTIBIOTIK	KEKUATAN	Diameter zone inhibisi (mm)		
		S. aureus (ATCC)	E.coli (ATCC2592)	P.aeruginosa (ATCC)
Amikacin	30 meg	20-26	19-26	18-26
Ampicillin	10 meg	27-35	16-22	-
Ceftrilaxone	30 meg	22-28	29-35	17-23
Cephalothin	30 meg	29-37	15-21	-
Chlorampheni	30 meg	19-26	21 -27	-

ANTIBIOTIK	KEKUATAN	Diameter zone inhibisi (mm)		
		S. aureus (ATCC	E.coli (ATCC2592	P.aeruginosa (ATCC
Ceprofloxacin	5 meg	22-30	30-40	25-33
Clindamycin	2 meg	24-30	-	-
Erythromycin	15 meg	22-30	-	-
Gentamycin	10 meg	19-27	19-26	16-21
Nalidixic acid	30 meg	-	22-28	-
Nitrofurantoin	300 meg	18-22	20 - 25	-
Norfloxacin	10 meg	17-28	28-35	-
Oxacillin	1 meg	18-24	-	-
Penicillin G	10 U	26-37	-	-
Piperacillin	100 meg	-	24-30	25-33
Tetracycline	30 meg	19-28	18-25	-
Tobramycin	10 meg	19-29	18-26	19-25
Trimethoprim	5 meg	19-26	21-28	-
Trimethoprim-	1,25/23,75	24-32	24-32	-

Untuk pencatatan dan evaluasi hasil uji kepekaan terhadap antibiotik dapat digunakan QC chart seperti contoh dibawah ini



Untuk menghindari terjadinya kesalahan, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a) Diameter cakram harus benar (6,35 mm).
- b) Kekuatan cakram harus benar.
- c) Persediaan harus disimpan beku (-20°C).
- d) Jangan menggunakan cakram yang telah disimpan lebih dari satu bulan dalam lemari es ($2^{\circ}-8^{\circ}\text{C}$).
- e) Hanya digunakan Agar Mueller-Hinton sebagai media uji.
- f) pH media yang tepat (7,2-7,4) sangat penting untuk antibiotika tertentu.
- g) Inokulum harus distandarisasi dengan kekeruhan baku yang dibuat dengan cara sebagai berikut: 1,175% $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,5 ml ditambahkan 1 % Sulfuric Acid sebanyak 99,5 ml, kemudian ditutup rapat untuk mencegah penguapan dan disimpan pada suhu kamar. Ganti setiap 6 bulan.
- h) Diameter zona inhibisi harus diukur dengan tepat.
- i) Ukuran zona inhibisi harus diinterpretasi dengan menggunakan tabel berisi diameter kritis.
- j) Hanya kultur murni dari kuman yang tumbuh cepat (rapidly growing) yang dapat memberikan hasil yang dapat dipercaya.
- k) Lakukan tes kepekaan antibiotik dengan menggunakan 3 strain kontrol standar pada waktu:
 - Batch baru cakram mulai digunakan
 - Batch baru media mulai digunakan

- Seminggu sekali bersama-sama dengan tes kepekaan yang dilakukan rutin.

Ketiga strain kontrol standar tersebut adalah:

- *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923, NCTC 6571)
- *Escherichia coli* (ATCC 25922, NCTC 10418)
- *Pseudomonas aeruginosa* (A TCC 27853, NCTC 10622)

g. Pemeliharaan strain kuman

Strain kuman dapat diperoleh dari:

- 1) Isolasi dari spesimen klinik
- 2) Koleksi kultur kuman yang resmi
- 3) Komersial
- 4) Laboratorium rujukan

Strain kuman yang ada di laboratorium harus dipelihara dengan baik agar kuman-kuman tersebut tidak mati. Perlu dilakukan identifikasi berkala untuk menjamin sifat kuman tidak berubah.

Ada 2 macam cara pemeliharaan strain kuman yaitu:

1) Pemeliharaan Jangka Pendek

Pemeliharaan ini dilakukan sehari-hari. Dibedakan atas beberapa cara berdasarkan jenis kumannya, yaitu:

a) Rapid growing organism

Yaitu untuk kuman yang tergolong cepat tumbuh

Cara:

- (1) Inokulasikan kuman pada media TSA miring yang ada tutupnya (screw-capped)
- (2) Kemudian inkubasi selama satu malam pada suhu 35°C
- (3) Simpan di lemari es dan pindahkan setiap 2 minggu

b) Streptococcus

Cara:

- (1) Golongan kuman *Streptococcus* diinkubasikan pada tabung tertutup yang berisi medium agar darah miring/TSA agar.
- (2) Kemudian inkubasi selama satu malam pada suhu 35°C.
- (3) Simpan dalam lemari es
- (4) Pindahkan setiap 2 minggu

c) **Meningococcus dan Haemophilus**

Cara:

- (1) Inokulasikan kuman pada agar coklat miring atau lempeng agar.
- (2) Kemudian inkubasikan selama satu malam pada suhu 35°C.
- (3) Simpan pada suhu kamar.
- (4) Pindahkan setiap minggu 2 kali.

d) **Gonococcus**

Cara:

- (1) Inokulasikan kuman pada agar coklat miring.
- (2) Kemudian inkubasikan dengan inkubator CO₂.
- (3) Simpan pada suhu 35°C dan pindahkan setiap 2 hari.

2) **Pemeliharaan Jangka Panjang**

Mempunyai batas waktu antara beberapa bulan sampai beberapa tahun. Untuk pemeliharaan jangka panjang ini yang terbaik adalah dengan metoda liophilisasi atau penyimpanan dalam freezer pada suhu di bawah -70°C atau dalam nitrogen cair.

Metode-metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan:

a) **Gliserol -20°C**

Cara:

- (1) Tumbuhkan biakan murni pada media padat yang sesuai.
- (2) Bila kuman sudah tumbuh, ambil sedikit dengan menggunakan ose dan suspensikan ke dalam gliserol netral steril.
- (3) Kemudian distribusikan sebanyak 1-2 ml ke dalam tabung tertutup.

b) **Mineral oil pada suhu kamar**

Cara:

- (1) Siapkan tabung yang berisi BHI.
- (2) Kemudian tumbuhkan biakan murni pada agar miring tersebut.
- (3) Sterilkan mineral oil dengan cara memanaskan selama

1 jam pada suhu 170°C.

- (4) Bila pertumbuhan sudah tampak, tambahkan mineral oil steril sampai 1 cm di atas puncak agar miring.
 - (5) Simpan pada suhu kamar dan pindahkan setelah 6 bulan sampai 1 tahun.
- c) Biakan tusukan pada suhu kamar
- Cara:
- (1) Siapkan tabung berisi agar bebas karbohidrat (TSA).
 - (2) Tusukkan kuman ke dalam agar tersebut dan tutuplah tabung.
 - (3) Kemudian inkubasi.
 - (4) Untuk *Staphylococcus* dan *Enterobacteriaceae* diinkubasi selama satu malam pada suhu 35°C.
 - (5) Kemudian tutuplah tabung dan celupkan ke dalam parafin cair supaya rekat.
 - (6) Simpan pada suhu kamar.
 - (7) Pindahkan biakan ini setelah 1 tahun.
- d) Biakan tusukan media CTA (Cristine Trypticase Agar) untuk *Neisseria* dan *Streptococcus*
- Cara:
- (1) Siapkan tabung berisi media CTA.
 - (2) Tusukkan organisme ke dalam medium tersebut.
 - (3) Inkubasi selama satu malam pada suhu 35°C
 - (4) Kemudian tutuplah tabung dan celupkan ke dalam parafin cair supaya rekat.
 - (5) Simpan sesuai dengan jenis kumannya.
 - (6) Untuk *Neisseria* disimpan pada suhu 35°C dan dipindahkan setiap 2 minggu, sedangkan untuk *Streptococcus* disimpan pada suhu kamar dan dipindahkan setiap bulan sekali.
 - (7) Simpan pada suhu 35°C dalam candle jar.
- e) Medium Cooked Meat untuk kuman anaerob
- Cara:
- (1) Inokulasikan kuman ke dalam tabung berisi media daging.
 - (2) Inkubasikan selama satu malam pada suhu 35°C.
 - (3) Kemudian tutuplah tabung rapat-rapat dan simpan pada suhu kamar.
 - (4) Pindahkan setiap 2 bulan.

h. Uji kualitas Antigen-Antiser

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan antigen dan antiser:

- 1) Penggunaannya harus mengikuti petunjuk pabrik.
- 2) Setiap akan digunakan, antigen atau antibodi dalam botol harus dikocok dahulu dan sesuaikan suhunya dengan suhu kamar.
- 3) Simpan pada suhu yang dianjurkan.
- 4) Ada beberapa reagen serologik yang tidak boleh dibekukan.
- 5) Hindari pembekuan dan pencairan yang berulang-ulang.
- 6) Periksa masa kadaluarsanya, jangan memakai antigen-antiser bila masakadaluarsanya terlampaui.
- 7) Untuk menguji aglutinasi antiser, gunakan kultur kuman segar dan murni yang diketahui reaktifitasnya.
- 8) Pemeriksaan selalu dilakukan dengan mengikutsertakan beberapa serum kontrol yang sudah diketahui reaktifitasnya.
- 9) Jika memungkinkan, nyatakan kekuatan serum kontrol dalam IU per ml.
(RAfactor, brucella agglutinationtest, toxoplasma serology, streptococcusantibody test).
- 10) Setiap batch pemeriksaan serologis harus diikuti:
 - a) Serum kontrol negatif (kontrol spesifisitas)
 - b) Serum reaktif yang lemah (kontrol sensitivitas)
 - c) Serum reaktif yang kuat (control titrasi)
- 11) Titer seluruh serum kontrol harus selaludicatat.

Beragam-macam uji kualitas antigen:

- 1) Uji biokimia
Yaitu antigen diuji dari kuman hidup (mikrobiologi) dengan tabel yang sesuai.
- 2) Uji fisik-kimia
Yaitu antigen diuji dengan hapusan untuk mendapatkan kuman yang spesifik.
- 3) Uji aglutinasi
Yaitu antigen diuji dengan antiser polivalen, kemudian antisera univalen untuk mendapatkan antigen yang sesuai.
- 4) Uji titrasi

Yaitu antigen diuji dengan antibodi yang sudah standar dan nilai cut-offnya sudah diketahui pada suhu, pH dan waktu yang tertentu. Bila ada titer aglutinasi positif (+) yang berada di bawah nilai cut-off, maka berarti ada kontaminasi dan antigen harus dibuang.

5) Uji kemurnian

Yaitu antigen diuji secara aglutinasi dengan berbagai antibodi untuk melihat adanya reaksi silang. Bila ada lebih dari satu reaksi yang positif, berarti ada reaksi silang.

6) Uji binatang percobaan

Biasanya digunakan untuk penelitian.

Ber macam-macam uji antibodi:

1) Uji aglutinasi

Yaitu antibodi diuji dengan antigen yang standar pada suhu, pH dan waktu tertentu. Bila reaksi aglutinasi positif, berarti antibodi tersebut spesifik.

2) Uji titrasi

Yaitu pengujian antibodi dengan menggunakan antigen standar yang nilai cut-offnya sudah diketahui. Pengujian ini digunakan untuk memastikan tidak adanya antibodi yang non spesifik. Bila ada titer aglutinasi positif (+) yang berada di bawah nilai cut-off, maka berarti ada kontaminasi.

3) Uji dengan berbagai antigen atau larutan NaCl 0,9%

Pengujian ini untuk meyakinkan bahwa antibodi spesifik terhadap satu macam antigen.

i. Uji ketelitian-Uji ketepatan

Hasil laboratorium digunakan untuk menentukan diagnosis, pemantauan pengobatan dan prognosis, maka amatlah perlu untuk selalu menjaga mutu hasil pemeriksaan, dalam arti mempunyai tingkat akurasi dan presisi yang dapat dipertanggungjawabkan.

Hal-hal penting yang harus diperhatikan:

1) Presisi dan Akurasi

a) Nilai presisi menunjukkan seberapa dekat suatu hasil pemeriksaan bila dilakukan berulang dengan sampel yang sama. Ketelitian terutama dipengaruhi oleh kesalahan acak

yang tidak dapat dihindari. Presisi biasanya dinyatakan dalam nilai koefisien variasi (% KV atau % CV) yang dihitung dengan rumus berikut:

$$KV (\%) = \frac{SD \times 100}{\bar{x}}$$

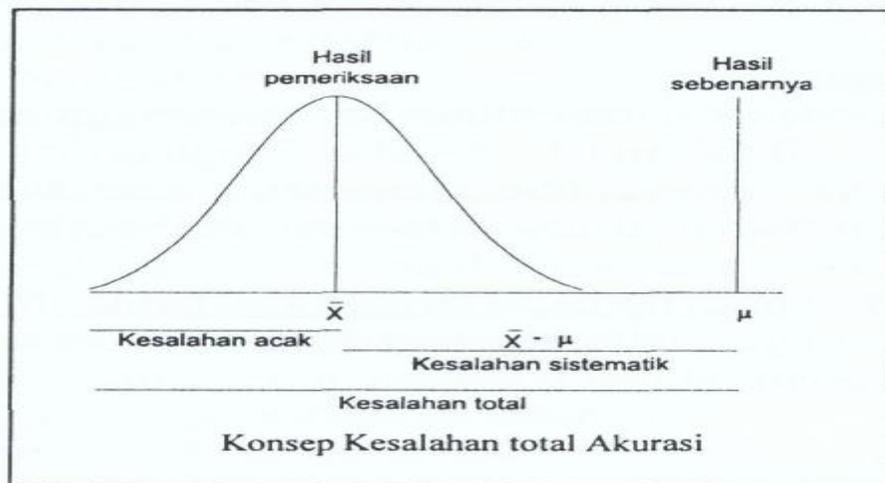
\bar{x}

SD= Standar Deviasi (simpangan baku) \bar{x} =Rata-rata hasil pemeriksaan berulang.

Presisi (ketelitian) sering dinyatakan juga sebagai Impresisi (ketidaktelitian).

Semakin kecil nilaiKV(%) semakin teliti sistem/metode tersebut dan sebaliknya.

- b) Akurasi (ketepatan) atau inakurasi (ketidaktepatan) dipakai untuk menilai adanya kesalahan acak atau sistematis atau keduanya (total). Nilai akurasi menunjukkan kedekatan hasil terhadap nilai sebenarnya yang telah ditentukan oleh metode standar.



Distribusi hasil pemeriksaan yang tersebar di sekitar nilai pusat menunjukkan kesalahan acak. Pergeseran hasil pemeriksaan dari hasil sebenarnya menunjukkan kesalahan sistematis. Konsep akurasi sebelumnya hanya menilai akurasi sebagai kesalahan sistematis.

Kesalahan total menunjukkan berapa besar kesalahan jika komponen kesalahan acak dan sistematis terjadi bersamaan

pada arah yang sama. Akurasi dapat dinilai dari hasil pemeriksaan bahan kontrol dan dihitung sebagai nilai biasanya (d%):

$$d(\%) = \frac{X - NA}{NA}$$

X = hasil pemeriksaan bahan kontrol

NA = nilai aktual/sebenarnya dari bahan kontrol

Nilai d (%) dapat positif atau negatif

Nilai positif menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari seharusnya.

Nilai negatif menunjukkan nilai yang lebih rendah dari seharusnya.

Akurasi dapat pula dinilai dari studi 'Recovery' yaitu dengan melakukan pemeriksaan bahan sampel yang telah ditambahkan analit murni, kemudian hasilnya dihitung terhadap hasil yang diharapkan:

$$R(\%) = \frac{\text{Hasil pemeriksaan (observasi)}}{\text{Hasil pemeriksaan (diharapkan)}} \times 100$$

hasil perhitungan (diharapkan)

Akurasi metode yang baik adalah yang memberikan nilai R mendekati 100%.

Akurasi dapat juga dinilai berdasarkan perbandingan hasil pemeriksaan dengan sistem (reagen kit) lain melalui uji korelasi menggunakan persamaan berikut:

$$y = ax + b \text{ dan } r \text{ (koefisien korelasi)}$$

y : persamaan regresi

a : slope, semakin mendekati 1 menunjukkan korelasi yang baik

b : intersep, semakin mendekati 0 menunjukkan korelasi yang baik

r : koefisien korelasi semakin mendekati 1 menunjukkan korelasi yang baik.

- c) Akurasi dan presisi adalah independen satu dengan yang lainnya.



Metode yang baik adalah yang mempunyai akurasi dan presisi yang baik. Untuk tujuan penanganan penyakit dan atau pemantauannya, pemilihan metode dengan presisi yang baik lebih dianggap penting daripada akurasi yang baik. Untuk parameter pemeriksaan yang membutuhkan penilaian diagnosis pada kadaryang sangat rendah, misalnya TSH, diperlukan metode dengan akurasi yang tinggi pada kadar tersebut.

- d) Daftar dari batas minimum presisi (CV maksimum) beberapa pemeriksaan, dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel16. Daftar Batas Minimum Presisi
(CV Maksimum)

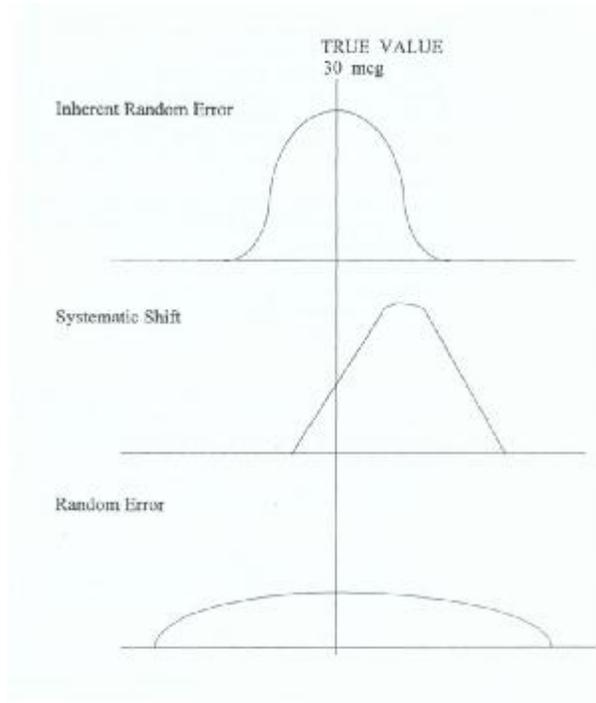
Parameter	CV Maksimum
Bilirubin total	7
Kolesterol	6
Kreatinin	6
Glukosa	5
Protein total	3
Albumin	6
Ureum	8
Asam Urat	6
Trigliserida	7
GOT	7

Parameter	CV Maksimum
GPT	7
Gamma GT	7
LDH	7
Fosfatase Alkali	7
Fosfatase Asam	11
Kolinesterase	7
Kreatin Kinase (CK)	8
Natrium	7
Kalium	2,7
Klorida	2
Kalsium	3,3
Phospor anorganik	5
Magnesium	4
Besi	7

2) Jenis kesalahan

Dalam proses analisis dikenal 3 jenis kesalahan yaitu:

- a) **Inherent Random Error** merupakan kesalahan yang hanya disebabkan oleh limitasi metodik pemeriksaan.
- b) **Systematic Shift (kesalahan sistematis)**; suatu kesalahan yang terus-menerus dengan pola yang sama. Hal ini dapat disebabkan oleh standar, kalibrasi atau instrumentasi yang tidak baik. Kesalahan ini berhubungan dengan akurasi (ketepatan).
- c) **Random Error (kesalahan acak)**; suatu kesalahan dengan pola yang tidak tetap. Penyebabnya adalah ketidak-stabilan, misalnya pada penangas air, reagen, pipet dan lain-lain. Kesalahan ini berhubungan dengan presisi (ketelitian).



3) Bahan kontrol

Dalam penggunaannya bahan kontrol harus diperlakukan sama dengan bahan pemeriksaan spesimen, tanpa perlakuan khusus baik pada alat, metode pemeriksaan, reagen maupun tenaga pemeriksanya.

Uji ketelitian

Dalam melaksanakan uji ketelitian ini digunakan bahan kontrol assayed.

Periode kontrol merupakan periode untuk menentukan ketelitian pemeriksaan pada hari tersebut.

Prosedur pada periode kontrol ini tergantung dari bidang pemeriksaannya. Untuk pemeriksaan kimia klinik, hematologi dan kimia lingkungan caranya adalah sebagai berikut:

- a) Periksa bahan kontrol setiap hari kerja atau pada hari parameter yang bersangkutan diperiksa.
- b) Catatlah nilai yang diperoleh pada formulir Periode control.

Formulir Periode Kontrol
Uji Ketelitian-Ketepatan
Bulan Tahun

Tanggal	n	xi	xi - \bar{x} dalam satuan SD
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		

Parameter :
 Metode
 Bahan kontrol
 Batas kadaluarsa
 No. batch/lot
 Rentang nilai kontrol
 (Pabrik)
 Satuan
 Nilai rata-rata

Satuan SD = $\frac{x_i - \bar{x}}{SD}$

c) Hitung penyimpangannya terhadap nilai rujukan dalam satuan S (Standar Deviasi Index) dengan rumus:

$$\text{Satuan SD} = \frac{XI - \text{mean}}{SD}$$

d) Satuan S yang diperoleh diplot pada kertas grafik kontrol. Sumbu X dalam grafik kontrol menunjukkan hari/tanggal pemeriksaan sedangkan sumbu y menunjukkan satuan S.

Formulir Grafik Uji Ketelitian-Ketepatan

Bulan : Tahun :

Bahan kontrol : Batch No :

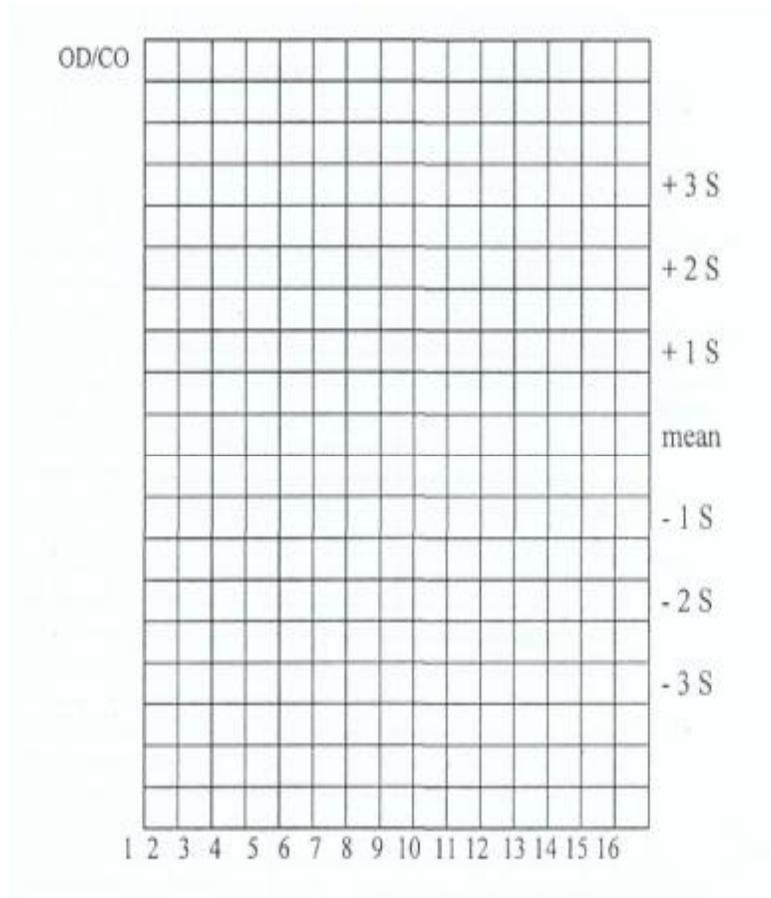
Nilai target/nilai rata-rata : Metode :

x + 3 S									
x + 2 S									
x + 1 S									
x - 1 S									
x - 2 S									
x - 3 S									
									hari

Untuk pemeriksaan imunoserologi dengan metode ELISA caranya adalah sebagai berikut:

- a) Periksa bahan kontrol setiap hari kerja atau pada hari parameter yang bersangkutan diperiksa.
- b) Buat grafik kontrol dengan batas-batas mean, mean + 1 S (S), mean \pm 2 S (S) dan mean \pm 3 S (S).

Sumbu X menunjukkan tanggal pemeriksaan/run dan sumbu Y menunjukkan OD-EC/cut off seperti contoh pada gambar di bawah ini.



Evaluasi hasil

- 1_{3S}** : Seluruh pemeriksaan dari satu seri dinyatakan keluar dari kontrol (out of control), apabila hasil pemeriksaan satu bahan kontrol melewati batas $\bar{x} \pm 3 S$
- 2_{2S}** : Seluruh pemeriksaan dari satu seri dinyatakan keluar dari kontrol, apabila hasil pemeriksaan 2 kontrol berturut-turut keluar dari batas yang samayaitu $\bar{x} + 2 S$ atau $\bar{x} - 2 S$
- R_{4S}** : Seluruh pemeriksaan dari satu seri dinyatakan keluar dari kontrol, apabila perbedaan antara 2 hasil kontrol yang berturut-turut melebihi 4 S (satu kontrol diatas $+ 2 S$, lainnya dibawah $-2 S$).
- 4_{1S}** : Seluruh pemeriksaan dari satu seri dinyatakan keluar dari kontrol, apabila 4 kontrol berturut-turut keluar dari batas yang samabaik $\bar{x} + S$ maupun $\bar{x} - S$.

10_x : Seluruh pemeriksaan dari satu seri dinyatakan keluar dari kontrol, apabila 10 kontrol berturut-turut berada pada pihak yang samadari nilai tengah.

Aturan-aturan kontrol diatas dapat mendeteksi gangguan ketelitian (kesalahan acak) atau gangguan ketepatan (kesalahan sistematis).

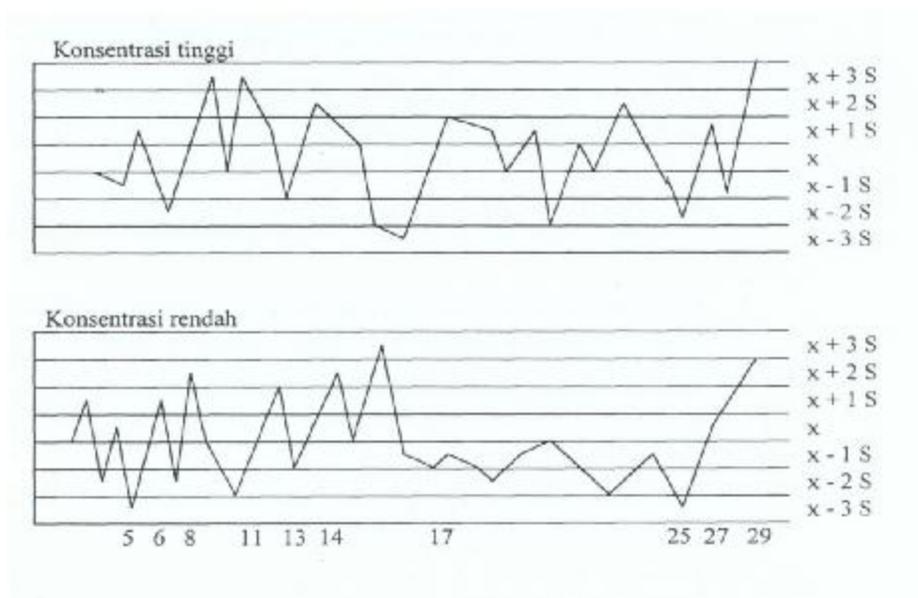
Aturan kontrol yang mendeteksi kesalahan acak (random error): $1_{3S}, R_{4S}$. Aturan kontrol yang mendeteksi kesalahan sistematis (systematic error): " $2_{2S}, 4_{1S}, 10_x, 1_{3S}$ "

Perlu diingat dalam menjalankan prosedur pemantapan mutu internal dengan sistem Westgard, setiap hari diperiksa 2 bahankontrol, misalnya kontrol rendah dan kontrol tinggi.

Nama lengkap dari sistem Westgard adalah: $1_{3S}/2_{2S}R_{4S}4_{1S}10_x$ multi rule shewhart procedur (Westgard).

Cara kerja sistem Westgard dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Mula-mula diperhatikan apakah nilai kontrol rendah ataupun kontrol tinggi ada yang melewati batas kontrol 1_{2S} apabila tidak ada, berarti pemeriksaan kontrol pada hari itu berjalan dengan baik. Hal ini juga berarti semua pemeriksaan pada hari yang sama berjalan dengan baik. Sebaliknya apabila salah satu kontrol melewati batas kontrol 1_{2S} , diperhatikan adakah aturan kontrol lain yang dilanggar (dilewati batasnya). Apabila ternyata tak ada aturan kontrol yang dilanggar, berarti pemeriksaan pada hari itu baik (in control, accept run). Apabila ternyata ada aturan kontrol yang dilanggar, maka pemeriksaan pada hari itu mengalami gangguan (out of control, reject run).

Contoh:



Interpretasi:

- Hari ke 5 Ditolak, berdasarkan 1_{3S}
- Hari ke 6 Diterima
- Hari ke 8 Ditolak, berdasarkan 2_{2S}
- Hari ke 11 Ditolak, berdasarkan R_{4S}
- Hari ke 13 Diterima
- Hari ke 14 Ditolak, berdasarkan 2_{2S}
- Hari ke 17 Ditolak, berdasarkan 4_{1S}
- Hari ke 25 Diterima
- Hari ke 27 Ditolak, berdasarkan 1_{0X}
- Hari ke 29 Ditolak, berdasarkan 1_{3S} atau 2_{2S}

Di bawah ini diberikan petunjuk umum mengenai tindakan-tindakanyang diambil apabila grafik pemantapan mutu tidak terkontrol.

1. Amati sumber kesalahan yang paling mudah terlihat, misalnya: perhitungan, pipet, probe tersumbat.
2. Ulangi pemeriksaan serum kontrol. Sering kesalahan disebabkan pencemaran tabung reaksi, sample cup, kontrol yang tidak homogen atau faktor lain.

3. Apabila hasil pengulangan masih buruk, pakai serum kontrol baru. Mungkin saja serum kontrol yang dipakai tidak homogen atau menguap karena lama dalam keadaan terbuka.
4. Apabila tidak ada perbaikan, amati instrumentasi yang dipakai, apakah pemeliharaan alat (maintenance) telah dilakukan. Bagaimana dengan temperatur inkubator.
5. Pakai serum kontrol yang diketahui nilainya. Apabila hasil pemeriksaan menunjukkan perbaikan, berarti terdapat kerusakan serum kontrol.
6. Apabila ada keraguan, pakai serum kontrol kedua yang Mempunyai nilai berbeda.
7. Gunakan standar baru.
8. Ganti reagen.
9. Amati setiap langkah/tahap pemeriksaan.

Limitasi

Didalam pemantapan mutu baik intra laboratorium maupun ekstra laboratorium disepakati suatu asumsi bahwa kondisi bahan kontrol sama dengan bahan dari penderita, dengan demikian bias yang timbul akibat perbedaan kondisi bahan kontrol dan bahan penderita dapat dihindarkan. Namun pada kenyataannya bias ini tidak dapat dihilangkan sama sekali. Bias ini biasanya timbul akibat adanya perbedaan matrix (misalnya serum kontrol yang berasal dari binatang), variasi dalam proses pembuatan(pencampuran, filtrasi, dialisis dan liofilisasi), variasi dalam kemasan(kesalahan pengisian) dan kesalahan rekonstitusi (pipetasi, penanganan).

Dikenal asumsi lain dalam pemantapan mutu laboratorium, yaitu bila terjadi variasi hasil pemeriksaan bahan kontrol berarti variasi yang sama terjadi juga pada pemeriksaan bahan penderita untuk batch yang sama.

Demikian juga sebaliknya tidak ditemukannya variasi hasil pemeriksaan bahan kontrol mencerminkan hasil pemeriksaan bahan penderita bebas dari variasi, atau denganperkataaan lain hasil pemeriksaan bahan penderita pada hari itu bebas kesalahan.

Asumsi ini menjadi tidak benar apabila terdapat kesalahan dalam proses pra-instrumentasi dan pasca instrumentasi seperti: pengambilan bahan, pengiriman bahan maupun penanganan bahan sebelum dilakukan pemeriksaan, obat-obat, penyakit tertentu (uremia, diabetes melitus dll) dan kesalahan pendataan.

2. Pemantapan Mutu Eksternal (PME)

Pemantapan Mutu Eksternal adalah kegiatan yang diselenggarakan secara periodik oleh pihak lain di luar laboratorium yang bersangkutan untuk memantau dan menilai penampilan suatu laboratorium dalam bidang pemeriksaan tertentu. Penyelenggaraan kegiatan Pemantapan Mutu Eksternal dilaksanakan oleh pihak pemerintah, swasta atau internasional.

Setiap laboratorium kesehatan wajib mengikuti Pemantapan Mutu Eksternal yang diselenggarakan oleh pemerintah secara teratur dan periodik meliputi semua bidang pemeriksaan laboratorium.

Dalam pelaksanaannya, kegiatan Pemantapan Mutu Eksternal ini mengikutsertakan semua laboratorium, baik milik pemerintah maupun swasta dan dikaitkan dengan akreditasi laboratorium kesehatan serta perizinan laboratorium kesehatan swasta. Karena di Indonesia terdapat beraneka ragam jenis dan jenjang pelayanan laboratorium serta mengingat luasnya wilayah Indonesia, maka pemerintah menyelenggarakan pemantapan mutu eksternal untuk berbagai bidang pemeriksaan dan diselenggarakan pada berbagai tingkatan, yaitu:

- a. tingkat nasional/tingkat pusat
- b. tingkat Regional
- c. tingkat Provinsi/wilayah

Kegiatan pemantapan mutu eksternal ini sangat bermanfaat bagi suatu laboratorium sebab dari hasil evaluasi yang diperolehnya dapat menunjukkan performance (penampilan/proficiency) laboratorium yang bersangkutan dalam bidang pemeriksaan yang ditentukan. Untuk itu pada waktu melaksanakan kegiatan ini tidak boleh diperlakukan secara khusus, jadi pada waktu melakukan pemeriksaan harus dilaksanakan oleh petugas yang biasa melaksanakan pemeriksaan tersebut serta menggunakan peralatan/reagen/metode yang biasa dipakainya sehingga hasil pemantapan mutu eksternal tersebut benar-benar dapat mencerminkan penampilan laboratorium tersebut yang sebenarnya. Setiap nilai yang diterima dari penyelenggara di catat dan dievaluasi untuk mencari penyebab-penyebab dan mengambil langkah-langkah perbaikan.

H. VERIFIKASI

Verifikasi merupakan tindakan pencegahan terjadinya kesalahan dalam melakukan kegiatan laboratorium mulai dari tahap pra analitik sampai dengan melakukan pencegahan ulang setiap tindakan/proses pemeriksaan.

Adapun verifikasi yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Tahap pra analitik

a. Formulir permintaan pemeriksaan

- 1) Apakah identitas pasien, identitas pengirim (dokter, lab. pengirim, Kontraktor, dll), No. Lab, tanggal pemeriksaan, permintaan pemeriksaan sudah lengkap dan jelas.
- 2) Apakah semua permintaan pemeriksaan sudah ditandai.

b. Persiapan Pasien

Apakah persiapan pasien sesuai persyaratan.

c. Pengambilan dan penerimaan spesimen

Apakah spesimen dikumpulkan secara benar, dengan memperhatikan jenis spesimen.

d. Penanganan spesimen

- 1) Apakah pengolahan spesimen dilakukan sesuai persyaratan.
- 2) Apakah kondisi penyimpanan spesimen sudah tepat.
- 3) Apakah penanganan spesimen sudah benar untuk pemeriksaan-pemeriksaan khusus.
- 4) Apakah kondisi pengiriman spesimen sudah tepat.

e. Persiapan sampel untuk analisa

- 1) Apakah kondisi sampel memenuhi persyaratan.
- 2) Apakah volume sampel sudah cukup.
- 3) Apakah identifikasi sampel sudah benar.

2. Tahap Analitik

a. Persiapan Reagen/media

- 1) Apakah reagen/media memenuhi syarat.
- 2) Apakah masa kadaluwarsa tidak terlampaui.
- 3) Apakah carapelarutan atau pencampurannya sudah benar.
- 4) Apakah carapengenceran sudah benar.
- 5) Apakah pelarutnya (aquadest) memenuhi syarat.

b. Pipetasi Reagen dan sampel

- 1) Apakah semua peralatan laboratorium yang digunakan bersih, memenuhi persyaratan.
- 2) Apakah pipet yang digunakan sudah dikalibrasi.
- 3) Apakah pipetasi dilakukan dengan benar.
- 4) Apakah urutan prosedur diikuti dengan benar.

c. Inkubasi

- 1) Apakah suhu inkubasi sesuai dengan persyaratan.
- 2) Apakah waktu inkubasi tepat.

- d. **Pemeriksaan**
Apakah alat/instrumen berfungsi dengan baik (dapat dipercaya) hasil pemeriksaan fungsi dan hasil perawatannya.
 - e. **Pembacaan hasil**
Apakah penghitungan, pengukuran, identifikasi dan penilaian sudah benar.
3. **Tahap pasca analitik**
- Pelaporan Hasil**
- a. Apakah form hasil bersih
 - b. Apakah tidak salah transkrip
 - c. Apakah tulisan sudah jelas
 - d. Apakah terdapat kecenderungan hasil pemeriksaan atau hasil abnormal.

I. AUDIT

Audit adalah proses menilai atau memeriksa kembali secara kritis berbagai kegiatan yang dilaksanakan di dalam laboratorium. Audit dibagi dalam audit internal dan audit eksternal.

Audit internal dilakukan oleh tenaga laboratorium yang sudah senior. Penilaian yang dilakukan haruslah dapat mengukur berbagai indikator penampilan laboratorium misalnya kecepatan pelayanan, ketelitian laporan hasil pemeriksaan laboratorium, dan mengidentifikasi titik lemah dalam kegiatan laboratorium yang menyebabkan kesalahan sering terjadi.

Audit eksternal bertujuan untuk memperoleh masukan dari pihak lain di luar laboratorium atau pemakai jasa laboratorium terhadap pelayanan dan mutu laboratorium. Pertemuan antara kepala-kepala laboratorium untuk membahas dan membandingkan berbagai metode, prosedur kerja, biaya dan lain-lain merupakan salah satu bentuk dari audit eksternal.

J. VALIDASI HASIL

Validasi hasil pemeriksaan merupakan upaya untuk memantapkan kualitas hasil pemeriksaan yang telah diperoleh melalui pemeriksaan ulang oleh laboratorium rujukan.

Pemeriksaan ulang ini dapat dilakukan dengan cara:

1. Laboratorium mengirim spesimen dan hasil pemeriksaan ke laboratorium rujukan untuk diperiksa, dan hasilnya dibandingkan terhadap hasil pemeriksaan laboratorium pengirim.
2. Persentase tertentu dari hasil pemeriksaan positif dan negatif dikirim ke laboratorium rujukan untuk diperiksa ulang.

K. AKREDITASI

1. Definisi

a. Akreditasi

Pengakuan formal kepada suatu lembaga untuk melakukan kegiatan tertentu, yang telah memenuhi standar yang ditetapkan.

b. Akreditasi

Akreditasi laboratorium adalah suatu pengakuan yang diberikan oleh Kementerian Kesehatan kepada laboratorium kesehatan yang telah memenuhi standar yang telah ditentukan.

2. Tujuan Akreditasi

Tujuan Umum:

Memacu laboratorium untuk memenuhi standar, sehingga dapat memberikan pelayanan yang bermutu dan dapat dipertanggung jawabkan.

Tujuan Khusus:

- a. Memberikan pengakuan kepada laboratorium yang telah mencapai tingkat pelayanan kesehatan sesuai dengan standar yang ditetapkan.
- b. Memberikan jaminan kepada petugas laboratorium kesehatan bahwa semua fasilitas, tenaga dan lingkungan yang diperlukan telah memenuhi standar, sehingga dapat mendukung pelayanan laboratorium yang baik.
- c. Memberikan jaminan dan kepuasan kepada pelanggan dan masyarakat bahwa pelayanan yang diberikan oleh laboratorium kesehatan telah diselenggarakan dengan baik.

3. Manfaat Akreditasi

a. Bagi Masyarakat

- 1) Dengan melihat sertifikat akreditasi, masyarakat dapat mengenali laboratorium yang pelayanannya telah memenuhi standar
- 2) Masyarakat akan merasa lebih aman mendapat pelayanan di laboratorium kesehatan yang sudah diakreditasi.

b. Bagi Laboratorium

- 1) Merupakan forum komunikasi dan konsultasi antara laboratorium kesehatan dengan badan akreditasi yang akan memberikan saran perbaikan atau rekomendasi untuk meningkatkan mutu pelayanan laboratorium kesehatan melalui pencapaian standar yang ditentukan.
- 2) Melalui evaluasi sendiri/self assessment; laboratorium kesehatan dapat mengetahui komponen yang berada dibawah standar perlu ditingkatkan. Hal ini akan meningkatkan kesadaran laboratorium kesehatan akan pentingnya upaya peningkatan mutu pelayanan laboratorium kesehatan.
- 3) Status diakreditasi dapat dijadikan alat untuk memasarkan pada masyarakat.
- 4) Status diakreditasi merupakan simbol bagi laboratorium kesehatan dan dapat meningkatkan citra dan kepercayaan masyarakat atas laboratorium kesehatan.
- 5) Dengan adanya kekurangan yang harus diperbaiki, laboratorium kesehatan dapat mengajukan anggaran dan perencanaan kepada pemilik (pemberi bantuan) untuk perbaikan tersebut.

c. Bagi Asuransi

- 1) Memberikan gambaran laboratorium kesehatan mana yang dapat dijadikan mitra kerja.
- 2) Lebih mudah melakukan negosiasi klaim dengan laboratorium kesehatan yang telah diakreditasi.

d. Bagi Perusahaan

- 1) Memberikan rasa aman bagi perusahaan untuk melakukan pemeriksaan laboratorium bagi karyawannya.
- 2) Lebih mudah melakukan negosiasi klaim dengan laboratorium kesehatan yang telah diakreditasi.

e. Bagi Pemilik

- 1) Pemilik mempunyai rasa kebanggaan bila laboratoriumnya sudah diakreditasi.
- 2) Pemilik dapat menilai seberapa baik pengelolaan sumber daya dilakukan oleh manajemen dan seluruh tenaga yang ada, sehingga misi dan program laboratorium kesehatan dapat lebih mudah tercapai.

- f. **Bagi Pegawai/Petugas**
 - 1) Petugas merasa lebih senang dan aman serta terjamin bekerja di laboratorium kesehatan yang terakreditasi.
 - 2) Self assesment akan menambah kesadaran akan pentingnya pemenuhan standar dan peningkatan mutu, sehingga dapat memotivasi pegawai tersebut untuk bekerja lebih baik.
- g. **Bagi Pemerintah**
 - 1) Merupakan salah satu cara untuk melindungi masyarakat.
 - 2) Merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan dan membudayakan konsep mutu pelayanan laboratorium kesehatan melalui pembinaan terarah dan berkesinambungan.
 - 3) Dapat memberikan gambaran keadaan laboratorium kesehatan di Indonesia dalam pemenuhan standar, sehingga dapat menjadi bahan masukan untuk rencana peningkatan dan pengembangan.

4. Cakupan

Akreditasi ini mencakup laboratorium yang mandiri yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat, daerah, BUMN, BUMD maupun yang diselenggarakan oleh swasta.

L. PENDIDIKAN DAN LATIHAN

Pendidikan dan latihan tenaga laboratorium merupakan hal yang sangat penting dalam program pematapan mutu.

Pendidikan dan latihan tenaga harus direncanakan secara berkelanjutan dan berkesinambungan, serta dilaksanakan dan dipantau. Uraian lengkap tentang diklat dapat dilihat pada Bab II Organisasi dan Manajemen.

BAB VIII**KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM****A. PEDOMAN UMUM**

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) laboratorium merupakan bagian dari pengelolaan laboratorium secara keseluruhan. Laboratorium melakukan berbagai tindakan dan kegiatan terutama berhubungan dengan spesimen yang berasal dari manusia maupun bukan manusia. Bagi petugas laboratorium yang selalu kontak dengan spesimen, maka berpotensi terinfeksi kuman patogen. Potensi infeksi juga dapat terjadi dari petugas ke petugas lainnya, atau keluarganya dan ke masyarakat. Untuk mengurangi bahaya yang terjadi, perlu adanya kebijakan yang ketat. Petugas harus memahami keamanan laboratorium dan tingkatannya, mempunyai sikap dan kemampuan untuk melakukan pengamanan sehubungan dengan pekerjaannya sesuai SOP, serta mengontrol bahan/spesimen secara baik menurut praktik laboratorium yang benar.

1. Petugas/Tim K3 Laboratorium

Pengamanan kerja di laboratorium pada dasarnya menjadi tanggung jawab setiap petugas terutama yang berhubungan langsung dengan proses pengambilan spesimen, bahan, reagen pemeriksaan. Untuk mengkoordinasikan, menginformasikan, memonitor dan mengevaluasi pelaksanaan keamanan laboratorium, terutama untuk laboratorium yang melakukan berbagai jenis pelayanan dan kegiatan pada satu sarana, diperlukan suatu Tim fungsional keamanan laboratorium.

Kepala laboratorium adalah penanggung jawab tertinggi dalam pelaksanaan K3 laboratorium. Dalam pelaksanaannya kepala laboratorium dapat menunjuk seorang petugas atau membentuk tim K3 laboratorium.

Petugas atau tim K3 laboratorium mempunyai kewajiban merencanakan dan memantau pelaksanaan K3 yang telah dilakukan oleh setiap petugas laboratorium, mencakup:

- a. Melakukan pemeriksaan dan pengarahan secara berkala terhadap metode/prosedur dan pelaksanaannya, bahan habis pakai dan peralatan kerja, termasuk untuk kegiatan penelitian.
- b. Memastikan semua petugas laboratorium memahami dan dapat menghindari bahaya infeksi.
- c. Melakukan penyelidikan semua kecelakaan di dalam laboratorium yang memungkinkan terjadinya pelepasan/kebocoran/penyebaran bahan infeksi.

- d. Melakukan pengawasan dan memastikan semua tindakan dekontaminasi yang telah dilakukan jika ada tumpahan/percikan bahan infeksi.
- e. Memastikan bahwa tindakan disinfeksi telah dilakukan terhadap peralatan laboratorium yang akan diservis atau diperbaiki.
- f. Menyediakan kepustakaan/rujukan K3 yang sesuai dan informasi untuk petugas laboratorium tentang perubahan prosedur, metode, petunjuk teknis dan pengenalan pada alat yang baru.
- g. Menyusun jadwal kegiatan pemeliharaan kesehatan bagi petugas laboratorium.
- h. Memantau petugas laboratorium yang sakit atau absen yang mungkin berhubungan dengan pekerjaan di laboratorium dan melaporkannya pada pimpinan laboratorium.
- i. Memastikan bahwa bahan bekas pakai dan limbah infeksi dibuang secara aman setelah melalui proses dekontaminasi sebelumnya.
- j. Mengembangkan sistem pencatatan, yaitu tanda terima, pencatatan perjalanan dan pembuangan bahan patogenik serta mengembangkan prosedur untuk pemberitahuan kepada petugas laboratorium tentang adanya bahan infeksi yang baru di dalam laboratorium.
- k. Memberitahu kepala laboratorium mengenai adanya mikroorganisme yang harus dilaporkan kepada pejabat kesehatan setempat ataupun nasional dan badan tertentu.
- l. Membuat sistem panggilan untuk keadaan darurat yang timbul di luar jam kerja.
- m. Membuat rencana dan melaksanakan pelatihan K3 laboratorium bagi seluruh petugas laboratorium.
- n. Mencatat secara rinci setiap kecelakaan kerja yang terjadi di laboratorium dan melaporkannya kepada kepala laboratorium.

Setiap laboratorium sebaiknya membuat pokok-pokok K3 laboratorium yang penting dan ditempatkan di lokasi yang mudah dibaca oleh setiap petugas laboratorium.

2. Kesehatan Petugas Laboratorium

Pada setiap calon petugas laboratorium harus dilakukan pemeriksaan kesehatan lengkap termasuk foto toraks.

Keadaan kesehatan petugas laboratorium harus memenuhi standar kesehatan yang telah ditentukan di laboratorium.

Untuk menjamin kesehatan para petugas laboratorium harus dilakukan hal-hal sebagai berikut:

a. Pemeriksaan foto toraks setiap tahun bagi petugas yang bekerja dengan bahan yang diduga mengandung bakteri tuberkulosis, sedangkan bagi petugas lainnya, foto toraks dilakukan setiap 3 tahun.

b. Pemberian imunisasi

Setiap laboratorium harus mempunyai program imunisasi, terutama bagi petugas yang bekerja di laboratorium tingkat keamanan biologis 2, 3 dan 4.

Vaksinasi yang diberikan:

- Vaksinasi Hepatitis B untuk semua petugas laboratorium.
- Vaksinasi Rubella untuk petugas wanita usia reproduksi.

Pada wanita hamil dilarang bekerja dengan TORCH (Toxoplasma, Rubella, Cytomegalovirus dan Herpes virus).

c. Perlindungan terhadap sinar Ultra Violet

Petugas laboratorium yang bekerja dengan sinar ultra violet harus menggunakan pakaian pelindung khusus dan alat pelindung mata.

d. Pemantauan kesehatan

Kesehatan setiap petugas laboratorium harus selalu dipantau, untuk itu setiap petugas harus mempunyai kartu kesehatan yang selalu dibawa setiap saat dan diperlihatkan kepada dokter bila petugas tersebut sakit. Minimal setiap tahun dilaksanakan pemeriksaan kesehatan rutin termasuk pemeriksaan laboratorium.

Bila petugas laboratorium sakit lebih dari 3 hari tanpa keterangan yang jelas tentang penyakitnya, maka petugas yang bertanggung jawab terhadap K3 laboratorium harus melapor pada kepala laboratorium tentang kemungkinan terjadinya pajanan yang diperoleh dari laboratorium dan menyelidikinya.

3. Sarana dan prasarana K3 laboratorium umum yang perlu disiapkan di laboratorium adalah:

- a. Jas laboratorium sesuai standar.
- b. Sarung tangan.
- c. Masker.
- d. Alas kaki/sepatu tertutup.
- e. Wastafel yang dilengkapi dengan sabun (*skin disinfectant*) dan air mengalir.
- f. Lemari asam (*fume hood*), dilengkapi dengan *exhaust ventilation system*.

- g. *Pipetting aid, rubber bulb.*
- h. Kontainer khusus untuk insenerasi jarum, lanset.
- i. Pemancur air (*emergency shower*)
- j. Kabinet keamanan biologis kelas I atau II atau III (tergantung dari jenis mikroorganisme yang ditangani dan diperiksa di laboratorium).

Kelompok mikroorganisme yang memerlukan pengamanan secara lengkap dapat dilihat pada Pedoman Keamanan Laboratorium Mikrobiologi dan Biomedis yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan.

Sarana dan prasarana K3 laboratorium pada pemeriksaan khusus (Avian Influenza) seperti pada laboratorium pada umumnya dengan ditambahkan masker N-95, kacamata goggle, tutup kepala plastik dan *biosafety laboratory level III*.

4. Pengamanan pada keadaan darurat
 - a. Sistem tanda bahaya.
 - b. Sistem evakuasi.
 - c. Perlengkapan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K).
 - d. Alat komunikasi darurat baik di dalam atau ke luar laboratorium
 - e. Sistem informasi darurat.
 - f. Pelatihan khusus berkala tentang penanganan keadaan darurat
 - g. Alat pemadam kebakaran, masker, pasir dan sumber air terletak pada lokasi yang mudah dicapai.
 - h. Alat seperti kampak, palu, obeng, tangga dan tali.
 - i. Nomor telepon ambulans, pemadam kebakaran dan polisi di setiap ruang laboratorium.
5. Memperhatikan tindakan pencegahan terhadap hal-hal sebagai berikut:
 - a. Mencegah penyebaran bahan infeksi, misalnya:
 - 1) Menggunakan peralatan standar. Misal lingkaran sengkeli ose harus jenuh dan panjang tangkai maksimum 6 cm.
 - 2) Tidak melakukan tes katalase diatas gelas obyek. Sebaiknya gunakan tabung atau gelas obyek yang memakai penutup. Cara lain adalah dengan menyentuhkan permukaan koloni mikroorganisme dengan tabung kapiler hematokrit yang berisi hidrogen peroksida.
 - 3) Menempatkan sisa spesimen dan media biakan yang akan disterilisasi dalam wadah yang tahan bocor.

- 4) Melakukan dekontaminasi permukaan meja kerja dengan disinfektan yang sesuai setiap kali habis bekerja.

b. Mencegah bahan infeksi tertelan atau terkena kulit serta mata

Selama bekerja, partikel dan droplet (diameter > 5 μm) akan terlepas ke udara dan menempel pada permukaan meja serta tangan petugas laboratorium, untuk itu dianjurkan untuk mengikuti hal-hal di bawah ini:

- 1) Mencuci tangan dengan sabun/disinfektan sebelum dan sesudah bekerja. Jangan menyentuh mulut dan mata selama bekerja
- 2) Tidak makan, minum, merokok, mengunyah permen atau menyimpan makanan/ minuman dalam laboratorium
- 3) Tidak memakai kosmetik ketika berada dalam laboratorium
- 4) Menggunakan alat pelindung mata/muka jika terdapat risiko percikan bahan infeksi saat bekerja

c. Mencegah infeksi melalui tusukan

Jarum suntik, pipet Pasteur kaca dan pecahan kaca obyek dapat menyebabkan luka tusuk. Untuk itu dapat dihindari dengan bekerja dengan hati-hati dan memilih pipet pasteur yang terbuat dari plastik.

d. Menggunakan pipet dan alat bantu pipet

- 1) Tidak memipet dengan mulut, tetapi gunakan alat bantu pipet
- 2) Tidak meniupkan udara maupun mencampur bahan terinfeksi dengan cara menghisap dan meniup cairan lewat pipet
- 3) Tidak mengeluarkan cairan dari dalam pipet secara paksa
- 4) Disinfeksi segera meja kerja yang terkena tetesan cairan/bahan infeksi dari pipet dengan kapas yang dibasahi disinfektan. Kapas di otoklaf setelah selesai digunakan.
- 5) Gunakan pipet ukur karena cairan tidak perlu dikeluarkan sampai tetes terakhir
- 6) Rendam pipet habis pakai dalam wadah berisi disinfektan. Biarkan selama 18-24 jam sebelum disterilisasi
- 7) Tidak menggunakan semprit dengan atau tanpa jarum suntik untuk memipet.

- e. Menggunakan sentrifus/alat pemusing
- 1) Lakukan sentrifugasi sesuai instruksi pabrik.
 - 2) Sentrifus harus diletakkan pada ketinggian tertentu sehingga petugas laboratorium dapat melihat ke dalam alat dan menempatkan tabung sentrifus dengan mudah.
 - 3) Periksa rotor sentrifus dan selongsong (*bucket*) sebelum dipakai atau secara berkala untuk melihat tanda korosi dan keretakan.
 - 4) Selongsong berisi tabung sentrifus harus seimbang
 - 5) Gunakan air untuk menyeimbangkan selongsong. Jangan gunakan larutan NaCl atau hipoklorit karena bersifat korosif.
 - 6) Setelah dipakai, simpan selongsong dalam posisi terbalik agar cairan penyeimbang dapat mengalir keluar.
 - 7) Melakukan sentrifugasi dengan cara yang benar yaitu tabung harus tertutup rapat dan selongsong yang terkunci, untuk melindungi petugas laboratorium terhadap aerosol dan sebaran partikel dari mikroorganisme.
 - 8) Pastikan sentrifuse tertutup selama dijalankan.
- f. Menggunakan alat homogenisasi, alat pengguncang dan alat sonikasi
- 1) Tidak menggunakan alat homogenisasi yang dipakai dalam rumah tangga, karena dapat bocor dan menimbulkan aerosol. Gunakan blender khusus untuk laboratorium
 - 2) Mangkuk, botol dan tutupnya harus dalam keadaan baik dan tidak cacat. Tutup botol harus pas.
 - 3) Aerosol yang mengandung bahan infeksi dapat keluar dari celah antara tutup dan tabung alat homogenisasi, alat pengguncang (*shaker*) dan alat sonikasi.
Dapat dicegah dengan menggunakan tabung yang terbuat dari politetrafluoretilen (PTFE), karena tabung dari gelas dapat pecah.
 - 4) Gunakan alat pelindung telinga saat melakukan sonikasi.
- g. Menggunakan lemari pendingin dan lemari pembeku
- 1) Membersihkan lemari pendingin (*refrigerator*), lemari pembeku (*freezer*) dan tabung es kering (*dry-Ice*), melakukan defrost secara teratur
 - 2) Membuang ampul, tabung, botol dan wadah lain yang pecah.

Menggunakan alat pelindung muka dan sarung tangan karet tebal saat bekerja.

Setelah dibersihkan, permukaan dalam lemari pendingin dan lemari pembeku harus didisinfeksi dengan disinfektan yang tidak korosif

- 3) Memberi label wadah yang berisi nama bahan, tanggal disimpan dan nama orang yang menyimpan. Wadah yang tidak berlabel dan bahan yang sudah kadaluwarsa harus dimusnahkan.
- 4) Tidak menyimpan cairan yang mudah terbakar.

h. Membuka ampul berisi bahan infeksi yang diliofilisasi

Ampul berisi bahan infeksi yang disimpan dalam bentuk liofilisat harus dibuka dengan hati-hati. Bahan di dalam ampul berada dalam tekanan yang rendah, sehingga bila ampul dibuka dengan tiba-tiba, maka sebagian isinya dapat menyebar ke udara.

Ampul harus selalu dibuka dalam kabinet keamanan biologis. Dianjurkan untuk mengikuti petunjuk di bawah ini saat membuka ampul:

- 1) Dekontaminasi permukaan luar ampul.
- 2) Beri tanda pada bagian ampul dekat sumbat kapas atau selulose.
- 3) Pegang ampul dalam keadaan terbungkus kapas.
- 4) Lepaskan bagian atas ampul dengan perlahan dan perlakukan sebagai bahan yang terkontaminasi.
- 5) Jika sumbat masih ada di atas bahan, lepaskan dengan forsep steril.
- 6) Tambahkan cairan perlahan-lahan untuk melarutkan kembali bahan dalam ampul dan mencegah timbulnya busa/gelembung cairan.

6. Disinfeksi, Sterilisasi dan Dekontaminasi

Disinfeksi cara kimia

a. Natrium hipoklorit

- 1) Bersifat oksidatif kuat, korosif dan aktif terhadap semua mikro organisme.
- 2) Konsentrasi larutan natrium hipoklorit yang dijual untuk keperluan laboratorium adalah 5,25 %, yang mengandung 50 g/l (50.000 ppm) zat klor aktif.

- 3) Konsentrasi yang umum digunakan untuk disinfeksi adalah 1 g/l (1000 ppm) zat klor aktif. Konsentrasi 10 g/l (10.000 ppm) zat klor aktif digunakan bila ada tumpahan darah atau bahan biologis yang banyak. Kekuatan di dalam larutan makin lama makin menurun, untuk itu perlu dibuat larutan baru setiap minggu.
- 4) Tablet atau butiran kalsium hipoklorit (kaporit) mengandung 70 % zat klor aktif. Larutan kalsium hipoklorit dengan konsentrasi 0,7-1,4 dan 7 g/l masing-masing akan mengandung 500-1000 dan 5000 ppm zat klor aktif.
- 5) Pada keadaan darurat dan saat bekerja dengan mikroorganisme kelompok risiko empat, digunakan konsentrasi 4-5 g/l (4000-5000 ppm) zat klor aktif.

b. Formaldehid

- 1) Dapat dipakai untuk semua mikro organisme. Tidak efektif pada suhu rendah (dibawah 20°C). Efektif pada kelembaban relatif tinggi (70%).
- 2) Biasanya dijual dalam bentuk polimer padat (paraformaldehid), dalam bentuk serbuk, tablet atau gas dalam air (formalin). Konsentrasi formalin adalah 370 g/l (37%). Untuk menstabilkan formalin, digunakan metanol 100 mL/L.
- 3) Formaldehid dengan konsentrasi 18,5 g/l (5% formalin dalam air) dapat digunakan sebagai disinfektan cair dan dianjurkan untuk dipakai terhadap virus Ebola dan virus hepatitis B.
- 4) Gas formaldehid dan formalin dapat digunakan untuk dekontaminasi ruangan (fumigasi).

c. Fenol (Asam karbol)

- 1) Efektif untuk semua bentuk mikroorganisme kecuali spora.
- 2) Digunakan sebagai pengganti natrium hipoklorit.
- 3) Turunan fenol sering merupakan disinfektan kuat misalnya heksaklorofen.
- 4) Memberikan efek yang bervariasi terhadap virus.

d. Iodium

- 1) Cara kerjanya seperti natrium hipoklorit.
- 2) Permukaan tempat kerja dapat dibersihkan dengan larutan iodium 0,075 g/l (75 ppm) kecuali jika terdapat banyak protein.

- 3) Iodium yang dilarutkan dalam etil alkohol dapat membunuh spora.
- 4) Konsentrasi 0,45 g/l (450 ppm) dapat dipakai untuk disinfeksi mikro organisme kelompok risiko empat.
- 5) Formula yang sering dijumpai adalah povidone-iodine (PVI) berupa larutan dengan konsentrasi 10% (mengandung yodium 1%). Untuk penggunaan khusus (misalnya mencuci muka) dapat diencerkan 4 kali dengan air matang. Larutan baru dibuat setiap hari.
- 6) Jangan digunakan terhadap aluminium dan tembaga.

e. Alkohol

- 1) Merusak struktur lipid dengan cara penetrasi ke dalam daerah hidrokarbon dan denaturasi protein sel.
- 2) Alkohol rantai pendek menyebabkan kerusakan membran yang lebih besar dari pada alkohol rantai panjang.
- 3) Yang umum digunakan adalah etanol dan isopropanol.
- 4) Pada suhu kamar, alkohol alifatik tidak dapat membunuh spora karena itu jangan digunakan untuk sterilisasi alat.
- 5) Aktif terhadap bakteri (kecuali bentuk spora), jamur dan virus berselubung.
- 6) Paling efektif pada konsentrasi 70-90%.
- 7) Campuran dengan disinfeksi lain akan memperkuat daya disinfektan alkohol, misalnya alkohol 70% ditambah formaldehid 100 g/l atau alkohol ditambah zat klor aktif 2 g/l.

f. Glutaraldehid

- 1) Untuk membunuh bakteri dan spora, glutaraldehid 10x lebih kuat dari pada formaldehid. Aktivasinya mampu menembus lapisan protein
- 2) Relatif kurang toksik dibandingkan formaldehid
- 3) Diduga glutaraldehid bekerja dengan melekat pada gugus sulfhidril atau amino. Sasaran sebenarnya dalam sel belum diketahui
- 4) Sering digunakan untuk sterilisasi alat bedah
- 5) Dijual dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 20 g/l (2%) dan umumnya perlu diaktifkan dengan menambah bikarbonat.

Larutan akan bersifat alkalis dan harus digunakan dalam 2 minggu. Jika larutan menjadi keruh harus dibuang

- 6) Efek samping: bersifat iritatif, toksik dan mutagenik. Hindari kontak dengan kulit, mata dan saluran napas.

Jenis desinfektan dan cara penggunaannya dapat dilihat dalam Tabel 16.

Tabel 16. Jenis desinfektan dan cara penggunaannya

Parameter/ Penggunaan	Etilen oksida	Paraformal dehid	Ikatan amonium	Ikatan fenol	Ikatan khlor	Ikatan iodofor	Etil/ isopropil	Formal dehid	Glutarai dehid
Konsentrasi zat aktif	400-800 mg/L	1U mg/ cm ²	0,1-2%	0,2-3%	0,01-5%	0,47%	70-85%	4-8%	2%
Suhu (°C)	35-60	>23	0	0	0	0	0	0	0
Kelembaban relatif (%)	30-60	>60	0	0	0	0	0	0	0
Lama kontak (menit)	105 - -40	60-180	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30	10-600
Effektif terhadap Bakteri vegetatif	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Spora bakteri	+	+	0	0	+	0	0	±	+
Virus berselubung	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Virus hidrofilik	+	+	0	±	+	±	±	±	+
Basil tuberculosis	+	+	0	+	+	+	+	+	+
HIV	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HBV	+	+	0	+	+	+	±	+	+

Parameter/ Penggunaan	Etilen oksida	Paraformal dehid	Ikatan amonium	Ikatan fenol	Ikatan khlor	Ikatan iodofor	Etil/ isopropil	Formal dehid	Glutarai dehid
Penggunaan Cairan	0	0	0	0	+	0	0	±	0
Alat gelas terkontaminasi	±	0	+	0	+	0	+	±	+
Alat terkontaminasi	±	0	0	0	0	0	0	±	+
Dekontaminasi total alat	±	+	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

+: sangat efektif

±: kurang efektif

0: tidak efektif atau tidak dapat digunakan

Sterilisasi

a. Sterilisasi Cara Fisik

1) Sterilisasi basah

- a) Cara ini dipakai untuk mensterilkan bahan-bahan yang mengandung cairan atau perbenihan-perbenihan yang tidak tahan panas sampai 100°C;
- b) Dilakukan dengan uap panas pada tekanan tertentu misalnya pada otoklaf, atau dengan cara mendidihkan. Sterilisasi dengan otoklaf paling efisien karena suhu yang dicapai melebihi titik didih air yaitu 121°C dan lama sterilisasi pada umumnya 20 menit. Lama sterilisasi dihitung mulai dari saat suhu mencapai 121°C. Untuk bahan seperti kain kasa dan kapas, lama sterilisasi 30 menit;
- c) Jika dididihkan dengan air, lama sterilisasi adalah 15 menit (setelah air mendidih). Jika di kukus (dengan uap air), lama sterilisasi adalah 30 menit. Kedua cara ini tidak dapat membunuh spora;
- d) Sterilisasi cairan atau setengah padat yang mudah rusak oleh panas, dapat dilakukan dengan cara Tyndalisasi yaitu pemanasan basah pada suhu 80°C selama 30 menit yang dilakukan selama 3 hari berturut-turut;
- e) Untuk mengawasi kualitas sterilisasi basah digunakan spora tahan panas misalnya spora *Bacillus stearothermophilus*.

b. Sterilisasi kering

- 1) Cara ini dipakai untuk mensterilkan alat-alat gelas seperti erlenmeyer, petridish, tabung reaksi, labu takar, gelas takar dan lain-lain.
- 2) Dilakukan di dalam oven.
- 3) Membutuhkan suhu yang lebih tinggi yaitu umumnya antara 150-170°C dan waktu yang lebih lama daripada otoklaf.
- 4) Digunakan terbatas untuk alat gelas dan bahan minyak, gel atau bubuk yang rusak dengan uap.
- 5) Untuk mematikan spora dibutuhkan waktu 2 jam pada suhu 180°C.

c. Sterilisasi Cara Gas**Etilen oksida**

- 1) Digunakan untuk sterilisasi bahan yang tidak tahan panas seperti tabung polietilen, alat elektronik dan kedokteran, zat biologik dan obat-obatan
- 2) Merupakan zat pengalkidi (alkylating agent);
- 3) Bekerja aktif terhadap semua bentuk mikroorganisme termasuk spora dan kuman tahan asam;
- 4) Zat ini bekerja terhadap DNA dan RNA;
- 5) Untuk mengawasi kualitas sterilisasi cara ini digunakan spora *Bacillus subtilis varniger (globigii)*.

d. Sterilisasi Cara Penyaringan (Filtrasi)

- 1) Merupakan metode sterilisasi yang dipakai untuk larutan yang tidak tahan panas seperti serum, plasma atau tripsin ;
- 2) Jenis jaringan yang lama (Berkefeld, Chamberlain, Seitz) saat ini telah diganti dengan penyaring (filter) membran yang terbuat dari selulosa berpori.
 - a) Penyaring (filter) ini mengabsorpsi hanya sedikit cairan yang difiltrasi sehingga berguna untuk sterilisasi.
 - b) Ukuran penyaring (filter) yang digunakan untuk sterilisasi adalah 0,22 µm karena ukuran ini lebih kecil dari bakteri.

e. Sterilisasi Cara Penyinaran**1) Penyinaran ultra violet**

- a) Terutama digunakan untuk mengendalikan infeksi yang ditularkan melalui udara pada ruangan tertutup seperti ruangan kultur jaringan.

- b) Sinar ultra violet (UV) merusak DNA dengan cara membantu struktur siklodimer sehingga proses translasi protein terganggu.
 - c) Efektivitas sinar UV sebagai zat yang mematikan berhubungan erat dengan panjang gelombangnya. Panjang gelombang yang paling efektif untuk membunuh bakteri adalah 240-280 nm. Panjang gelombang 260 nm merupakan panjang gelombang yang maksimum diabsorpsi oleh DNA bakteri.
 - d) Satuan energi sinar UV dinyatakan dengan mikrowatt/luas paparan/waktu. Lampu UV 15 watt mampu memancarkan sinar UV sebesar 38 mikrowatt/cm²/detik pada jarak 1 (satu) meter.
 - e) Dosis letal untuk bakteri berkisar antara 1800-6500 mikrowatt/cm². Spora bakteri membutuhkan dosis 10 kali lebih besar.
 - f) Sinar UV tidak dapat menembus benda padat dan kurang mampu menembus cairan.
 - g) Efek samping: merusak retina mata dan sel-sel yang bermitosis sehingga tidak diperbolehkan bekerja dibawah sinar UV. Selain itu sinar UV juga bersifat mutagenik.
- 2) Radiasi sinar gamma
- a) Digunakan untuk sterilisasi alat rumah sakit dalam jumlah besar.
 - b) Sumber radiasi yang dipakai adalah Co⁶⁰ dan Cs¹³⁷ dengan dosis radiasi bervariasi antara 2,5-4,5 Mrad.
 - c) Efisiensi sterilisasi tergantung pada jenis bahan, suhu, konsentrasi dan resistensi mikroorganismeterhadap radioaktif.

Dekontaminasi

Dekontaminasi ruang laboratorium memerlukan gabungan antara disinfeksi cair dan fumigasi. Permukaan tempat kerja didekontaminasi dengan disinfektan cair, sedangkan untuk ruangan dan alat di dalamnya digunakan fumigasi. Umumnya fumigasi dilakukan dengan memanaskan paraformaldehid (10,8 gr/m³) yang dicampur dengan 2 bagian KMnO₄, atau dengan mendidihkan formaldehid (35 ml/m³). Fumigasi dapat juga dilakukan dengan gas formaldehid yang didapat dengan cara memanaskan paraformaldehid (10,8 gr/m³) yang dicampur dengan air. Semua jendela dan pintu harus tertutup rapat sebelum difumigasi. Lama fumigasi minimum 8 jam pada suhu 21°C dan kelembaban kurang dari 70%.

Setelah fumigasi, semua ruangan harus dibuka minimal jam sebelum orang diperbolehkan masuk. Hindarireservoir air karena formalin mudahlarutdi dalamnya. Petugas yang melakukan fumigasi sebaiknya mengenakan masker dan kaca mata pelindung.

7. Tindakan khusus terhadap darah dan cairan tubuh.

Tindakan di bawah ini khusus dibuat untuk melindungi petugas laboratorium terhadap infeksi yang ditularkan melalui darah seperti virus Hepatitis B, HIV (*Human Immunodeficiency Virus*), Avian Influenza dan lain-lain.

a. Mengambil, memberi label dan membawa spesimen:

- 1) Hanya petugas laboratorium yang boleh melakukan pengambilan darah,
- 2) Gunakan sarung tangan;
- 3) Perhatikan teknik pengambilan darah pada bab V Spesimen
- 4) Tabung spesimen dan formulir permintaan harus diberi label BAHAYA INFEKSI
- 5) Masukkan tabung ke dalam kantong plastik untuk dibawa ke laboratorium. Formulir permintaan dibawa secara terpisah.

b. Membuka tabung spesimen dan mengambil sampel

- 1) Gunakan sarung tangan
- 2) Buka tabung spesimen dalam kabinet keamanan biologis kelas I dan kelas II
- 3) Untuk mencegah percikan, buka sumbat tabung dengan dililit kain kasa terlebih dahulu.

c. Kaca dan benda tajam

- 1) Diutamakan, menggunakan alat terbuat dari plastik sebagai pengganti kaca/gelas.
- 2) Sedapat mungkin hindari penggunaan alat suntik.

d. Sediaan darah pada gelas obyek

Pegang gelas obyek denganforsep.

e. Peralatan otomatis

- 1) Sebaiknya gunakan alat yang tertutup (*enclosed type*).
- 2) Cairan yang keluar dari alat/*effluent* harus dikumpulkan dalam tabung/wadah tertutup atau dibuang ke dalam sistem pembuangan limbah.

- 3) Jika memungkinkan, alirkan larutan hipoklorit atau glutaraldehid ke dalam alat setiap habis dipakai. Air dapat digunakan sebagai pengganti disinfektan hanya pada keadaan tertentu.

Peralatan laboratorium umum yang dapat menimbulkan bahaya dan cara mengatasinya dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Peralatan Laboratorium, bahaya dan cara mengatasinya

Peralatan laboratorium	Bahaya	Cara mengatasinya
Jarum semprit	Tusukan, aerosol, tumpahan	Gunakan jarum semprit dengan sistem pengunci untuk mencegah terlepasnya jarum dari semprit, jika mungkin gunakan alat suntik sekali pakai. Sedot bahan pemeriksaan dengan hati-hati untuk mengurangi gelembung udara. Lingkari jarum dengan kapas disinfektan saat menarik jarum dari botol spesimen. Jika mungkin, lakukan dalam kabinet keamanan biologis. Semprit harus diotoklaf sebelum dibuang, jarum sebaiknya dibakar dengan alat insinerasi
Sentrifus/alat pemusing	Aerosol, percikan, tabling pecah	Jika diduga ada tabung pecah saat sentrifugasi, matikan mesin dan jangan dibuka selama 30 menit. Jika tabung pecah setelah mesin berhenti, sentrifus harus ditutup kembali dan biarkan selama 30 menit. Laporkan kejadian ini kepada petugas keamanan kerja. Gunakan sarung tangan karet tebal dan forsep untuk mengambil pecahan kaca. Tabung yang pecah, pecahan gelas dan selongsong serta rotor harus didisinfeksi secara terpisah. Ruang dalam sentrifus (<i>chamber</i>) didisinfeksi, dibiarkan satu malam. Bilas dengan air dan keringkan
Alat homogenisasi dan alat pengaduk	Aerosol, kebocoran	<i>Gunakan alat homogenisasi yang terbuat dari teflon. Tabung dan tutup alat harus dalam keadaan baik. Saat bekerja, tutup alat dengan plastik.</i>

Peralatan laboratorium	Bahaya	Cara mengatasinya
(stirrer)		<i>Sebaiknya pekerjaan dilakukan dalam kabinet keamanan biologis.</i>
Alat pemecah jaringan (<i>grinder</i>)	Aerosol, kebocoran	<i>Operator harus memakai sarung tangan dan alat dipegang dengan bahan absorben yang lunak.</i>
Alat pengguncang (<i>shaker</i>)	Aerosol, percikan, tumpahan	Gunakan tabung yang tertutup rapat, dilengkapi dengan <i>filter</i> pada mulut tabung.
Alat liofilisasi	Aerosol, kontak langsung, kontaminasi	Gunakan <i>filter</i> untuk udara antara pompa dan daerah hampa udara. Gunakan konektor berbentuk cincin O untuk menutup seluruh unit. Lengkapi dengan penyaring kelembaban yang terbuat dari logam. Periksa semua saluran hampa udara yang terbuat dari gelas terhadap adanya kerusakan. Gunakan hanya alat gelas yang dirancang untuk alat ini. Pakai disinfektan yang baik seperti disinfektan kimia.
Kabinet keamanan biologis kelas III	Aerosol, percikan	Cara pengamanan yang maksimum
Alat bantu pipet	Bahaya pemipetan dengan mulut, yaitu: tertelannya mikroorganisme patogen, inhalasi aerosol dan kontaminasi pada ujung tempat menghisap	Dapat di disinfeksi, mudah di-gunakan dan mencegah kontami-nasi serta kebocoran dari ujung pipet
Pelindung pernafasan	Inhalasi aerosol	Tertahannya partikel sebesar 1-5 mikron. Melindungi mata jika menggunakan pelindung muka penuh

Peralatan laboratorium	Bahaya	Cara mengatasinya
Pelindung muka dan pelindung mata	Pecahan, percikan	Pelindung muka: Melindungi seluruh muka Pelindung mata: melindungi mata dan bagian mata
Otoklaf	Kontaminasi mikroorganisme pada alat sekali pakai dan alat yang digunakan kembali	Sterilisasi yang efektif
Botol dengan tutup berulir	Aerosol, tetesan	Perlindungan yang efektif
Alat insenerasi mikro	Aerosol	Mengurangi percikan dan penyebaran bahan infeksi
Lemari asam	Percikan bahan kimia	Memisahkan daerah kerja dengan operator

Berbagai peralatan laboratorium yang dapat mencegah bahaya serta keamanan yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Peralatan keamanan, bahaya yang dicegah dan keamanan yang diperoleh

Alat	Bahaya yang dicegah	Keamanan
Kabinet keamanan biologis kelas II	Aerosol, percikan	Aliran udara yang masuk ke daerah kerja sedikit
Kabinet keamanan biologis kelas II	Aerosol, percikan	Aliran udara yang masuk ke daerah kerja sedikit. Udara yang keluar dari daerah kerja sudah terinfiltrasi baik.

Alat	Bahaya yang dicegah	Keamanan
Kabinet keamanan biologis kelas III	Aerosol, percikan	Cara pengamanan yang maksimum
Alat bantu pipet	Bahaya pemipetan dengan mulut, yaitu: tertelannya mikroorganisme patogen, inhalasi aerosol dan kontaminasi pada ujung tempat menghisap	Dapat didisinfeksi, mudah digunakan dan mencegah kontaminasi serta kebocoran dari ujung pipet
Pelindung pernafasan	Inhalasi aerosol	Tertahannya partikel sebesar 1-5 mikron. Melindungi mata jika menggunakan pelindung muka penuh
Pelindung muka dan pelindung mata	Pecahan, percikan	Pelindung muka: melindungi seluruh muka Pelindung mata: melindungi mata dan bagian mata
Botol dengan tutup berulir	Aerosol, tetesan	Perlindungan yang efektif
Alat inserasi mikro	Aerosol	Mengurangi percikan dan penyebaran bahan infeksi
Lemari asam	Percikan bahan kimia	Memisahkan daerah kerja dengan operator

8. Pengelolaan spesimen

Penerimaan spesimen

- a. Laboratorium harus mempunyai loket khusus untuk penerimaan spesimen. Jika jumlah spesimen tidak banyak, maka penerimaan spesimen dapat dilakukan pada meja khusus di dalam laboratorium.
- b. Spesimen harus ditempatkan dalam wadah yang tertutup rapat untuk mencegah tumpahnya/bocornya spesimen.

- c. Wadah harus dapat didisinfeksi atau diotoklaf.
- d. Wadah terbuat dari bahan tidak mudah pecah/bocor.
- e. Wadah diberi label tentang identitas spesimen.
- f. Wadah diletakkan pada baki khusus yang terbuat dari logam atau plastik yang dapat didisinfeksi atau diotoklaf ulang.
- g. Baki harus didisinfeksi/diotoklaf secara teratur setiap hari.
- h. Jika mungkin, wadah terletak di atas baki dalam posisi berdiri.

Petugas penerima spesimen

- a. Semua petugas penerima spesimen harus mengenakan jas laboratorium.
- b. Semua spesimen harus dianggap infeksi dan ditangani dengan hati-hati.
- c. Meja penerimaan spesimen harus dibersihkan dengan disinfektan setiap hari.
- d. Jangan menggunakan ludah untuk merekatkan label.
- e. Dilarang makan/minum dan merokok saat bekerja.
- f. Cuci tangan dengan sabun/disinfektan setiap selesai bekerja dengan spesimen.
- g. Tamu/pasien tidak diperbolehkan menyentuh barang apapun yang terdapat pada meja dimana spesimen tersimpan.

Petugas pembawa spesimen dalam laboratorium

- a. Mengenakan jas laboratorium yang tertutup rapat pada bagian depan saat membawa spesimen.
- b. Membawa spesimen dengan baki rak khusus.
- c. Jika spesimen bocor/tumpah di atas baki, baki didekontaminasi dan sisa spesimen diotoklaf.
- d. Laporkan pada petugas/tim K3 laboratorium jika terluka pada saat bekerja.

Pengiriman spesimen dan bahan infeksius dari laboratorium

- a. Produk Biologis.

Produk biologis dapat berupa:

- 1) Produk biologis akhir untuk manusia dan hewan, dibuat mengikuti persyaratan dan izin yang berwenang;

- 2) Produk biologis akhir untuk tujuan penelitian pada manusia dan hewan;
- 3) Produk biologis bagi percobaan hewan yang dibuat sesuai dengan ijin yang berwenang, termasuk produk yang belum selesai yang disiapkan sesuai dengan prosedur dari badan pemerintah tertentu.
- 4) Untuk vaksin hidup untuk manusia dan hewan merupakan produk biologis, bukan bahan infeksi.

Beberapa vaksin yang telah dipasarkan/beredar mungkin berbahaya untuk daerah tertentu di dunia. Pihak yang berwajib di tempat itu dapat meminta agar vaksin ini memenuhi persyaratan bahan infeksi atau pembatasan lain yang berlaku di tempat tersebut. Bahan infeksi dan spesimen diagnostik yang diperkirakan mengandung bahan infeksi membutuhkan kemasan 3 lapis sesuai dengan rekomendasi WHO. Peraturan dan rekomendasi ini dapat berubah secara berkala. Pengirim kemasan hendaknya menyesuaikan diri dengan persyaratan yang paling baru.

b. Persyaratan kemasan dan dokumentasi

Bahan infeksi dan spesimen harus dikemas dalam 3 lapis, dari dalam keluar terdiri atas:

- 1) Wadah kedapair berisi spesimen
- 2) Wadah kedap air berisi bantalan absorben yang cukup banyak untuk menghisap semua cairan spesimen yang bocor
- 3) Wadah untuk melindungi wadah ke-2 dari pengaruh luar seperti kerusakan fisik dan air selama dalam perjalanan.

Untuk kejelasannya sebagaimana tercantum dalam gambar 1.

Bahan infeksi dikategorikan sebagai benda berbahaya. Kemasan berisi bahan infeksi harus mempunyai label bahaya seperti tercantum dalam gambar 2.

Bahan infeksi seharusnya tidak dikirim sebelum ada kesepakatan diantara pengirim, pemberi jasa transportasi dan penerima, atau sebelum si penerima memastikan dengan yang berwenang bahwa bahan tersebut boleh dimasukkan ke daerah tersebut dengan sah serta tidak akan terjadi keterlambatan dalam pengiriman paket ke tujuannya. Penerima bertanggung jawab untuk:

- 1) Mendapatkan ijin yang diperlukan dari yang berwenang.
- 2) Mengirimkan ijin impor, surat yang diperlukan atau dokumen lain yang disyaratkan oleh pejabat dari tempat asal spesimen.
- 3) Segera memberitahukan si pengirim jika bahan kiriman telah diterima.

c. Pengiriman paket/kemasan

Pengiriman bahan infeksi membutuhkan koordinasi yang baik antara si pengirim, pemberi jasa transportasi dan laboratorium penerima untuk menjamin bahwa bahan dikirim dengan aman dan tiba di tujuan dalam keadaan baik.

B. TATA RUANG DAN FASILITAS LABORATORIUM

1. Ruangan laboratorium

- a. Seluruh ruangan dalam laboratorium harus mudah dibersihkan.
- b. Pertemuan antara dua dinding dibuat melengkung.
- c. Permukaan meja kerja harus tidak tembus air. Juga tahan asam, alkali, larutan organik dan panas yang sedang. Tepi meja dibuat melengkung.
- d. Ada jarak antara meja kerja, lemari dan alat sehingga mudah dibersihkan.
- e. Ada dinding pemisah antara ruang pasien dan laboratorium.
- f. Tersedianya wastafel dengan air mengalir dalam setiap ruangan laboratorium dekat pintu keluar.
- g. Pintu laboratorium sebaiknya dilengkapi dengan label KELUAR, alat penutup pintu otomatis dan diberi label BAHAYA INFEKSI (BIOHAZARD).
- h. Denah ruang laboratorium yang lengkap (termasuk letak telepon, alat pemadam kebakaran, pintu keluar darurat) digantungkan di beberapa tempat yang mudah terlihat.

- i. Tempat sampah kertas, sarung tangan karet/plastik, dan tabung plastik harus dipisahkan dari tempat sampah gelas/kaca/botol.
 - j. Tersedia ruang ganti pakaian, ruang makan/minum dan kamar kecil.
 - k. Tanaman hias dan hewan peliharaan tidak diperbolehkan berada di ruang kerja laboratorium.
2. Koridor, gang, lantai dan tangga
- a. Koridor, tangga dan gang harus bebas dari halangan.
 - b. Penerangan di koridor dan gang cukup.
 - c. Lantai laboratorium harus bersih, kering dan tidak licin.
 - d. Tangga yang memiliki lebih dari 4 anak tangga dilengkapi dengan pegangan tangan.
 - e. Permukaan anak tangga rata dan tidak licin.
3. Sistem Ventilasi
- a. Ventilasi laboratorium harus cukup.
 - b. Jendela laboratorium dapat dibuka dan dilengkapi kawat anti nyamuk/lalat.
 - c. Udara dalam ruangan laboratorium dibuat mengalir searah.

C. PENANGANAN KECELAKAAN DI LABORATORIUM

Kecelakaan yang sering terjadi di laboratorium disebabkan oleh bahan kimia. Untuk mencegah timbulnya bahaya yang lebih luas, wajib disediakan informasi mengenai cara penanganan yang benar jika terjadi tumpahan bahan kimia didalam laboratorium. Agar mudah terbaca, informasi ini hendaknya dibuat dalam bentuk bagan yang sederhana dan dipasang pada dinding dalam ruang laboratorium. Selain itu, harus pula di sediakan peralatan untuk menangani keadaan tersebut seperti:

- a. pakaian pelindung diri, sarung tangan karet, sepatu bot karet
- b. sekop dan pengumpul debu
- c. forsep untuk mengambil pecahan gelas
- d. kain lap dan kertas pembersih
- e. ember
- f. abu soda atau natrium bikarbonat untuk menetralkan asam
- g. pasir

Jika terjadi tumpahan asam dan bahan korosif, netralkan dengan abu soda atau natrium bikarbonat, sedangkan jika yang tumpah berupa zat alkalis, taburkan pasir di atasnya.

Tindakan yang harus dilakukan jika terdapat tumpahan bahan kimia berbahaya:

- a. Beritahu petugas keamanan laboratorium dan jauhkan petugas yang tidakberkepentingan dari lokasi tumpahan;
- b. Upayakan pertolongan bagi petugas laboratorium yang cedera;
- c. Jika bahan kimia yang tumpah adalah bahan mudah terbakar, segera matikan semua api, gas dalam ruangan tersebut dan ruangan yang berdekatan;
- d. Matikan peralatan listrik yang mungkin mengeluarkan bunga api;
- e. Jangan menghirup bau dari bahan yang tumpah;
- f. Nyalakan kipas angin penghisap (*exhaust fan*) jika aman untuk dilakukan.

D. PENGAMANAN TERHADAP BAHAN KHUSUS

Bahan Kimia

1. Penggolongan Bahan Kimia

Dalam menjalankan aktivitasnya, petugas laboratorium seringkali terpapar berbagai bahan kimia. Di laboratorium, bahan kimia umumnya digunakan dalam jumlah sedikit namun mencakup jenis yang sangat beragam.

Pada dasarnya banyak bahan kimia berbahaya karena dapat menimbulkan kebakaran (*F-flammability hazard*), ledakan (*R-reactivity/stability hazard*) atau gangguan kesehatan (*H-health hazard*) bagi petugas laboratorium.

Karena itu mutlak perlu diketahui penggolongan bahan kimia berbahaya untuk memudahkan pengenalan, cara penanganan dan pengirimannya. Secara umum bahan kimia berbahaya dibagi menjadi beberapa golongan:

a. Bahan Kimia Beracun (Toksik)

Merupakan bahan kimia yang dapat menyebabkan bahaya terhadap kesehatan manusia atau menyebabkan kematian apabila terserap ke dalam tubuh karena tertelan, terhirup, atau terkena kulit.

b. **Bahan Kimia Korosif**

Merupakan bahan yang terkena reaksi kimia dapat mengakibatkan kerusakan apabila kontak dengan jaringan tubuh atau bahan lain.

c. **Bahan Mudah Terbakar (*Flammable Substances*)**

Merupakan bahan kimia yang mudah bereaksi dengan oksigen dan menimbulkan kebakaran.

Reaksi kebakaran yang sangat cepat juga dapat menimbulkan ledakan.

Jenis bahan kimia mudah terbakar dapat digolongkan menjadi tiga sub golongan, yaitu:

1) **Zat padat mudah terbakar**

Zat padat yang mudah terbakar adalah: bahan padat yang tidak mudah meledak, dapat menimbulkan kebakaran karena gesekan, absorpsi uap, perubahan kimia yang spontan dan penyimpanan panas selama proses. Pada umumnya zat padat lebih sukar terbakar dibandingkan dengan zat cair, tetapi zat padat berupa serbuk halus lebih mudah terbakar daripada zat cair atau gas. Contoh yang termasuk golongan ini adalah belerang, fosfor, hibrida logam, logam alkali dan lain-lain.

2) **Zat cair mudah terbakar**

Zat cair yang mudah terbakar adalah bahan cair yang mudah menguap dan uapnya mudah terbakar pada suhu dibawah 25,5°C. Golongan ini paling banyak dijumpai di industri dan di laboratorium, serta dikenal sebagai pelarut organik. Contoh: eter, alkohol, aseton, benzena, heksan dan lain-lain. Pelarut tersebut pada suhu kamar dapat menghasilkan uap yang jika bereaksi dengan udara pada perbandingan tertentu dapat dibakar oleh adanya api atau loncatan listrik.

3) **Gas mudah terbakar**

Yang termasuk golongan ini adalah gas yang amat mudah terbakar dan sering menimbulkan ledakan. Contoh: gas alam untuk bahan bakar, hidrogen, asetilen, etilen oksida dan sebagainya.

d. **Bahan kimia mudah meledak**

Beberapa contoh bahan kimia yang mudah meledak, yaitu:

1) Azida

Apabila azida bereaksi dengan tembaga, misalnya dalam pipa pembuangan atau kran air, maka tembaga azida akan menimbulkan ledakan hebat jika terkena benturan ringan.

2) Asam perklorat

Jika dibiarkan mengering pada permukaan meja yang terbuat dari kayu, batu bata atau kain, akan meledak dan menimbulkan kebakaran jika terkena benturan.

3) Asam pikrat dan garamnya

Akan terbakar oleh panas atau benturan.

e. Bahan kimia oksidator (*Oxidation Agents*)

Merupakan bahan kimia, yang mungkin tidak mudah terbakar, tetapi dapat menghasilkan oksigen yang dapat menyebabkan kebakaran bahan lainnya.

f. Bahan kimia yang reaktif terhadap air (*Water Sensitive Substance*)

Merupakan bahan kimia yang mudah bereaksi dengan air dan menghasilkan panas serta gas yang mudah terbakar

g. Bahan kimia yang reaktif terhadap asam (*Acid Sensitive Substance*)

Merupakan bahan kimia yang mudah bereaksi dengan asam dan menghasilkan panas serta gas yang mudah terbakar, atau gas yang beracun dan korosif.

h. Gas bertekanan (*Compressed Gases*)

Merupakan gas yang disimpan di bawah tekanan, baik gas yang ditekan, maupun gas cair atau gas yang dilarutkan dalam pelarut di bawah tekanan.

i. Bahan radioaktif (*Radioactive Substance*)

Merupakan bahan kimia yang mempunyai kemampuan memancarkan sinar radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari 2.10^{-3} microcurie/gram.

2. Bahan Kimia Yang Tidak Boleh Tercampur (*Incompatible Chemicals*)

Banyak bahan kimia di laboratorium yang dapat menimbulkan reaksi berbahaya jika tercampur satu samalain, antara lain:

- Air raksa: dengan asetilen, asam fulminat, hydrogen.
- Amonia anhidrat: dengan air raksa, halogen, kalsium hipoklorit dan hidrogen fluorida.

- Amonium nitrat: dengan asam, bubuk logam, klorat, nitrat, sulfat dan zat mudah terbakar.
- Anilin: dengan asam nitrat dan hidrogen peroksida.
- Asam asetat: dengan asam kromat, asam nitrat, ikatan hidroksil, etilen glikol, asam perklorat, peroksida dan permanganat.
- Asam kromat: dengan asam asetat, naftalen, kamfer, alkohol, gliserol, terpentin dan cairan mudah terbakar.
- Asam nitrat: dengan asam asetat, asam kromat dan asam hidrosianat, anilin, karbon, hidrogen sulfida, cairan/gas/zat lain yang mudah bereaksi dengan nitrat.
- Asam oksalat: dengan perak dan air raksa.
- Asam perklorat: dengan asetat anhidrat, bismut dan ikatannya, alkohol, kertas, kayu dan bahan organik lain.
- Asam sulfat: dengan klorat, perklorat, pemanganat dan air.
- Asetilen: dengan tembaga, halogen, perak air raksa dan ikatan yang mengandung komponen tersebut.
- Aseton: dengan campuran asam sulfat dan asam nitrat pekat.
- Brom: dengan amonia, asetilen, butadien, butan, hidrogen, natrium karbida, terpentin, logam.
- Cairan mudah terbakar: dengan amonium nitrat, asam kromat, hidrogen peroksida, asam nitrat, natrium peroksida dan halogen.
- Fosfor pentoksida: dengan air
- Hidrokarbon: dengan fluorin, klorin, formin, asam kromat dan natrium peroksida.
- Hidrogen peroksida: dengan krom, tembaga, besi, logam air, garam logam, cairan mudah terbakar dan produk yang mudah terbakar, anilin dan nitrometan.
- Hidrogen sulfida: dengan uap asam nitrat dan gas oksidan. Kaliurn permanganat: dengan gliserol, etilen glikol, benzaldehid dan asam sulfat.
- Karbon (diaktifkan oleh kalsium hipoklorit): dengan semua zat oksidan.
- Klorat: dengan garam amonium, asam, bubuk logam, sulfur, zat mudahterbakar, karbon.
- Klorin: dengan amonia, asetilen, butadien, benzen, dan komponen minyakbumi lain, hidrogen, natrium karbida, terpentin dan logam.
- Klorin dioksida : dengan amonia, metan fosfin, hidrogen sulfida.
- Logam alkali (kalsium, kalium dan natrium): dengan air, karbondioksida, karbon tetraklorida dan hidrokarbon yang mengandung klor
- Merkuri: dengan asetilen, asam fulminat, hidrogen.
- Natrium: dengan karbon tetraklorida, karbondioksida dan air.
- Natrium azida: dengan timbal, tembaga dan logam lain. Bahan kimia

ini umumnya digunakan sebagai pengawet, tetapi jika berikatan dengan logam dapat membentuk ikatan yang tidak stabil dan mudah meledak. Jikacampuran ini dibuang melalui wastafel, komponen logam akan terperangkap dan pipa air dapat meledak pada saat pipa tadi diperbaiki oleh tukang ledeng.

- Natrium peroksida: dengan zat oksidan seperti metanol, asam asetat glasial, asetat anhidrat, benzaldehid, karbon disulfida, gliserol, etil asetat dan furfural.
- Oksigen: dengan minyak, lemak, hidrogen, cairan/zat padat/gas yang mudah terbakar.
- Perak: dengan asetilen, asam oksalat, asam tartrat dan ikatan amonium.
- Sianida : dengan asam dan alkali.
- Tembaga: dengan asetilen, azida dan hidrogen peroksida.
- Yodium : dengan asetilen dan amonia.

3. Efek toksik bahan kimia

Beberapa bahan kimia dapat membahayakan kesehatan petugas laboratorium jika tersentuh kulit, terhirup atau tertelan. Efek yang ditimbulkan sangat beragam dan dapat mengenai sistem pernapasan, darah, paru-paru, ginjal, hati, saluran cerna dan organ tubuh maupun jaringan tubuh lain. Beberapa bahan kimia juga diketahui bersifat karsinogenik (dapat menimbulkan kanker) atau teratogenik (menimbulkan cacat pada janin). Selain efek seperti yang disebutkan di atas, paparan terhadap bahan kimia ini juga dapat mempengaruhi kondisi kesehatan yang tidak langsung terlihat seperti berkurangnya koordinasi anggota gerak tubuh, menurunnya kewaspadaan atau gejala yang serupa. Gangguan kesehatan ini dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium. Paparan berulang/berkepanjangan terhadap berbagai pelarut organik dalam bentuk cair dapat merusak kulit karena efek penghancuran lemak, alergi atau sifat korosif yang dimilikinya, seperti tercantum pada tabel 19.

Tabel 19. Bahan kimia dan pengaruhnya terhadap kesehatan

Bahan Kimia	Pengaruh terhadap kesehatan	
	Akut	kronik
Air raksa	Muntah, diare, sakit kepala, mual, sakit mata	Gangguan sistem saraf pusat, gusi bengkak dan gigi tanggal
Akrilin	Keluar air mata, iritasi saluran nafas	
Amoniak	Iritasi mata	Edema paru
Anilin (aminobenzen, fenilamin)	Sianosis karena methemoglobinemia, narkose ringan, paralisis saluran nafas	
Asetaldehid (aldehid asetat, ethanal)	Iritasi mata dan saluran nafas, narkose (menurunkan kesadaran)	Bronkitis, kerusakan hati
Asetat anhidrat (asetil oksida, ethanoik anhidrat)	Iritasi kuat pada mata dan saluran nafas, efek korosif	
Aseton (dimetil keton, 2-propanol)	Iritasi ringan pada mata, hidung dan tenggorokan, narkose	
Asetonitril (metil sianida)	Iritasi saluran pernafasan, keracunan sianida	Leukemia, kerusakan hati, anemia aplastik
Benzen	Narkose	

Bahan Kimia	Pengaruh terhadap kesehatan	
	Akut	kronik
Benzidin	Sakit perut, mual, iritasi kulit	Karsinogenesis
Dietil eter	Muntah, iritasi mata, narkose	Kecanduan
Dioksan	Narkose	Kerusakan hati dan ginjal,
Fenol	Sakit perut, muntah, diare, iritasi kulit, sakit mata, efek korosif	karsinogenesis
Formaldehid (formalin)	Iritasi saluran nafas, kulit dan membran mukosa	Gangguan sistem saraf, koma
Glutaral	Iritasi saluran nafas dan membra mukosa	Edema paru
Karbon tetraklorida (tetraklorometan)	Sakit kepala, mual, ikterikringan, Hilang nafsu makan, narkose	
Kloroform (triklorometan)	idem	Kerusakan hati dan ginjal, gangguan saluran cerna
Metanol (metil alkohol)	Narkose, iritasi, mukosa	
α -Naftilamin		Kerusakan retina dan saraf optik
		Diduga karsinogen

Bahan Kimia	Pengaruh terhadap kesehatan	
	Akut	kronik
β -Naftilamin	Sinosis karena methnemoglobinemia, narkose ringan	Karsinogenesis
Nitrobenzen (nitrobenzol)		Anemia, tekanan darah menurun, methemoglobinemia dengan sianosis, iritasi kandung kemih, kerusakan hati
Piridin	Kerusakan hati dan ginjal	Kerusakan saraf
Selenium	Kulit terbakar, sakit mata, batuk	Gangguan sistem saraf pusat, terotogenesis
Sianogen bromida	Sakit perut, mual, diare, gangguan penglihatan	Edema paru
Sitokalsin	Narkose, kerusakan hati dan ginjal, iritasi mata dan saluran nafas	Mutagenesis
Tetrahidrofur (diethyl oksida, tetrametil oksida)	Sakit perut, muntah, mual, diare	Gangguan saraf, gangguan penglihatan, kelemahan otot, ataksia
Thallium	Narkose	Karsinogenesis

Bahan Kimia	Pengaruh terhadap kesehatan	
	Akut	kronik
O-Tolidin	Narkose	Gangguan saraf tidak spesifik, mungkin kecanduan
Toluen (metil benzen, fenil benzen, toluol)		Kerusakan hati, gangguan saraf non spesifik
Trikloroetilen (etinil triklorida)	Narkose, sakit kepala, lelah, kurang waspada, mual	Gangguan saraf tidak spesifik
m-Xylene (1,2 dimetilbenzen)	Idem	Idem
O-Xylene (1,3 dimetilbenzen)	Idem	Idem
p-Xylene (1,4 dimetil benzen)		

4. Gas bertekanan dan gas dalam bentuk cair

- a. Ruang laboratorium yang berisi tabung gas mudah terbakar harus diberi labelperingatan pada pintunya.
- b. Tabung yang berisi gas mudah terbakar diberi simbol/label gas mudah terbakar.
- c. Hindari penempatan lebih dari satu tabung gas mudah terbakar dalam satu ruang pada saat yang sama.
- d. Tabung gas cadangan harus disimpan dalam ruang yang berjarak cukup jauh dari ruang laboratorium.
- e. Ruang penyimpanan ini harus dikunci dan diberi tanda pada pintunya.

- f. Tabung gas bertekanan harus diikat/ditambat pada dinding atau meja kerjadengan kokoh agar tidak mudah terlepas.
 - g. Jangan letakkan tabung gas bertekanan dan gas dalam bentuk cair dekat radiator, sumber api, peralatan listrik yang mengeluarkan bunga api atau dibawah sinar matahari.
 - h. Katup tekanan tinggi utama harus dimatikan jika tabung gas tidak digunakan atau jika tidak ada orang dalam ruang laboratorium.
 - i. Tabung gas bertekanan harus diangkat dengan trolley dan dilengkapi dengan penutupnya pada saat dibawa.
 - j. Setiap tabung gas ditandai dengan warna tersendiri.
 - k. Reservoar dan instalasi untuk masing-masing gas harus memiliki warna yang sama.
5. Penyimpanan bahan kimia
- a. Sediakanlah bahan kimia dalam jumlah secukupnya di dalam ruang laboratorium.
 - b. Stok bahan kimia harus disimpan dalam ruang khusus berlantai beton.
 - c. Bahan kimia yang mudah terbakar harus disimpan dalam ruang terpisah.
 - d. Untuk mencegah timbulnya kebakaran dan ledakan dari uap karena terkenabunga api dari alat listrik, tombol lampu untuk ruang penyimpanan harus berada di luar ruang dan lampu dilengkapi dengan kap lampu.
 - e. Jangan menyimpan bahan kimia berdasarkan urutan abjad. Hal ini dapat menyebabkan bahan yang seharusnya tidak tercampur/*incompatible/chemical* terletak berdekatan satu sama lain.
- Mengabaikan sifat fisik dan kimia dari bahan yang disimpan dapat menimbulkan bahaya:
- a. Kebakaran;
 - b. Ledakan;
 - c. Keluarnya gas beracun, uap dan debu;
 - d. Kombinasi dari hal diatas;
- Untuk menghindari hal tersebut maka penyimpanan bahan kimia perlu memperhatikan hal-hal di bawah ini:
- a. Pengaruh panas/api

Kenaikan suhu akan menyebabkan terjadinya reaksi atau perubahan kimia.

Disamping itu, percikan api memungkinkan terbakarnya bahan yang mudah terbakar.

b. Pengaruh kelembaban

Zat higroskopis mudah menyerap uap air dari udara dan reaksi hidrasi yang eksotermis akan menimbulkan panas di dalam ruang penyimpanan.

c. Interaksi dengan wadah

Bahan kimia tertentu dapat berinteraksi dengan wadahnya dan akan menimbulkan kebocoran/kerusakan.

d. Interaksi antar bahan

Kemungkinan interaksi antar bahan dapat menimbulkan ledakan, kebakaran, atau timbulnya gas yang berbahaya.

Dengan mempertimbangkan faktor tersebut, maka penyimpanan bahan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1) Bahan Beracun

Contoh: sianida, arsenida, dan fosfor

Syarat penyimpanan:

- a) Ruangnya dingin dan berventilasi
- b) Jauhkan dari bahaya kebakaran
- c) Jauhkan dari bahan yang mungkin bereaksi
- d) Di tempat penyimpanan disediakan alat pelindung diri, misalnya : pakaian kerja, masker, dan sarung tangan.

2) Bahan Korosif

Contoh: asam, anhidrida asam, dan alkali

Syarat penyimpanan:

- a) ruangnya dingin dan berventilasi
- b) wadahnya tertutup dan berlabel
- c) jauhkan dari bahan beracun.

Zat tersebut dapat merusak wadah dan bereaksi dengan zat beracun, menghasilkan uap/gas beracun.

3) **Bahan Mudah Terbakar**

Contoh: benzena, aseton, eter, heksana.

Syarat penyimpanan:

- a) ruangnya dingin dan berventilasi
- b) jauhkan dari sumber api atau panas, termasuk loncatan api listrik dan bara rokok
- c) di tempat penyimpanan tersedia alat pemadam kebakaran
- d) jauhkan dari bahan oksidator.

4) **Bahan Mudah Meledak**

Contoh: amoniumnitrat, nitrogliserin, Trinitrotoluen (TNT), natrium azida, asam perklorat. Syarat penyimpanan:

- a) ruangnya dingin dan berventilasi
- b) jauhkan dari panas dan api
- c) jauhkan dari bahan yang mudah terbakar
- d) hindarkan dari gesekan atau tumbukan mekanis

5) **Bahan Oksidator**

Contoh: perklorat, permanganat, peroksida organik. Syarat penyimpanan:

- a) ruangnya dingin dan berventilasi
- b) jauhkan dari sumber api dan panas, termasuk loncatan api listrik dan bara rokok
- c) jauhkan dari bahan cair mudah terbakar dan zat reduktor

Catatan : pemadam kebakaran kurang bermanfaat karena zat oksidator dapat menghasilkan oksigen sendiri.

6) **Bahan Reaktif Terhadap Air**

Contoh: natrium, hidrida, karbit, nitrida

Syarat penyimpanan:

- a) ruangnya dingin, kering, dan berventilasi.
- b) jauhkan dari sumber nyala api dan panas.
- c) bangunannya kedap air.
- d) tersedia pemadam kebakaran tanpa air, misalnya CO₂.

7) **Bahan Reaktif Terhadap Asam**

Contoh: natrium, hibrida, dan sianida.

Pada umumnya gas tersebut dengan asam akan menghasilkan gas yang mudah terbakar atau beracun

Syarat penyimpanan:

- a) ruangnya dingin dan berventilasi
- b) jauhkan dari sumber api, panas dan asam
- c) ruang penyimpanan perlu dirancang agar tidak memungkinkan terbentuknya kantung hidrogen
- d) tersedianya alat pelindung diri seperti kacamata, pakaian kerja, dan sarung tangan.

8) Gas Bertekanan

Contoh: gas nitrogen, asetilen, hidrogen klor, yang disimpan dalam silinder.

Syarat penyimpanan:

- a) disimpan dalam keadaan tegak dan terikat.
- b) ruangnya dingin dan tidak terkena sinar matahari langsung.
- c) jauhkan dari api dan panas.
- d) jauhkan dari beban korosif yang dapat merusak kran dan katup.
- e) pisahkan gas mudah terbakar dari gas bersifat oksidator.

E. BAHAN RADIOAKTIF: BAHAYA DAN CARA PENGAMANANNYA

Pada saat ini, penggunaan bahanradioaktif di dalam laboratorium mikrobiologi dan biomedis kadang-kadang tidak dapat dihindarkan. Hal ini karena uji serologi rutin umumnya tidak dapat mendeteksi antigen, antibodi ataupun protein jika terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit di dalam spesimen. Dengan menggunakan pelacak yang di label radioisotop, kepekaan uji tersebut dapat ditingkatkan secara bermakna. Beberapa uji serologi seperti *Radio Immuno Assay* (RIA) dan *Radio Immuno Blotting Assay* (RIBA) misalnya, terbukti sangat sensitif untuk mendeteksi antigen permukaan virus hepatitis B (HBsAg) dan antibodi terhadap virus hepatitis C (anti HCV) dalam darah. Dalam laboratorium penelitian yang menerapkan teknik diagnostik molekuler seperti hibridisasi (insitu, dot blot, Southern blot) dan *Polymerase chain reaction* (PCR), umumnya digunakan pelacak yang dilabel radioisotop seperti P³² atau S³⁵.

Meskipun bermanfaat, bahan radioaktif ini sangat berbahaya bagi kesehatan petugas laboratoriumdan masyarakat sekitarnya. Karena itu laboratorium yang menggunakan bahan radioaktif mutlak melaksanakan penanganan zat radioaktif dengan tepat sesuai dengan peraturan yang berlaku. Mengingat risiko yang ditimbulkan oleh bahan radioaktif, sudah dikembangkan berbagai metode melabel non-radioisotop dengan kepekaan yang hampir mendekati zat radioaktif.

1. Satuan dan Dosis Radiasi

Zat radioaktif merupakan atom tak stabil yang berasal dari bahan alam maupun hasil aktivasi di dalam reaktor. Zat radioaktif akan mengalami transformasi spontan menjadi atom yang lebih stabil.

Proses ini selalu disertai dengan pemancaran radiasi dan disebut peluruhan radioaktif (radioactive decay). Radiasi yang dipancarkan dapat berbentuk partikel bermuatan (partikel alfa dan/atau beta) atau gelombang elektromagnetik (sinar gamma).

Satuan radioaktivitas yang berlaku saat ini adalah becquerel (Bq) yang didefinisikan sebagai disintegrasi inti per detik. Satu curie (Ci) = $3,7 \times 10^{10}$ disintegrasi/detik (Bq).

Untuk sistem biologi seperti tubuh manusia, dosis radiasi yang diserap dinyatakan dengan dosis ekuivalen (satunya sievert, Sv). Besarnya dosis ekuivalen yang diterima oleh seorang petugas laboratorium yang berdiri di dekat sumber radiasi bergantung pada: (1) radioaktivitas sumber, (2) jarak dari sumber, dan (3) lamanya berdiri dekat sumber.

2. Efek Radiasi Pada Manusia

Radiasi pada manusia dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang bersifat akut maupun kronik. Beberapa jam setelah seseorang terkena radiasi dapat timbul gejala berupa mual dan muntah-muntah. Paparan radiasi yang relatif tinggi juga dapat menimbulkan kanker. Jika radiasi merusak sel benih/mudigah dapat terjadi mutasi pada gen/kromosom sel sehingga menimbulkan cacat bawaan.

3. Keselamatan Terhadap Radiasi

International Commission on Radiological Protection (ICRP) telah menganjurkan nilai batas dosis (NBD) untuk para petugas laboratorium yang berhubungan dengan radiasi dan masyarakat umum. NBD untuk petugas laboratorium adalah 50 mSv (5000 mrem) pertahun sedangkan untuk masyarakat umum adalah 5 mSv (500 mrem). Jika seseorang telah menerima radiasi melebihi NBD, maka untuk sementara waktu ia dilarang bekerja dengan zat radioaktif sampai waktu NBD dilewati.

4. Tata Ruang Laboratorium Yang Mempergunakan Zat Radioaktif

Tata ruang laboratorium mikrobiologi dan biomedis yang mempergunakan zat radioaktif dalam pekerjaannya adalah sama dengan tata ruang dan fasilitas laboratorium sebagaimana tercantum dalam Pedoman umum dengan menambahkan hal sebagai berikut:

- a. **Sistem ventilasi**
Ada *filter* yang efisien untuk menahan debu radioaktif.
- b. **Perisai**
Perisai timbal untuk perlindungan terhadap sinar gama dan perisai alumunium untuk perlindungan terhadap sinar beta.
- c. **Tanda radiasi**
Pasang tanda radiasi secara jelas/mencolok di pintu masuk dan di tempat bekerja dengan bahan radioaktif.

Gambar tanda radiasi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Simbol Radiasi

5. Perlakuan Terhadap Petugas Yang Terkontaminasi

Risiko kontaminasi zat radioaktif dapat terjadi jika petugas laboratorium tertumpah oleh larutan zat radioaktif atau debunya terhirup. Zat radioaktif sangat sulit dikeluarkan dan daiam tubuh dengan cepat, karena itu setiap petugas harus berusaha mencegah masuknya zat radioaktif ke dalam tubuhnya. Petugas harus bekerja sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan, termasuk menggunakan pakaian pelindung diri yang sesuai.

Jika terjadi kontaminasi radiasi, lakukanlah hal di bawah ini:

- a. **Periksa apakah orang tersebut terluka.**
Bila terluka, segera berikan pertolongan pertama.
- b. **Hilangkan kontaminasi.**
Cari lokasi kontaminasi pada permukaan tubuh dengan monitor radiasi. Cuci bagian tubuh tersebut sebaik mungkin dengan sabun. Jika rambut terkontaminasi, cucilah rambut di bak cuci agar zat radioaktif tidak masuk kedalam mulut. Lakukan pemeriksaan ulang untuk melihat ada tidaknya residu kontaminan yang tertinggal. Jika masih ada

residu, pencucian diulangi. Jika seluruh tubuh terkontaminasi lakukan tindakan berurut dibawah:

- 1) Buka pakaian pelindung dan cuci rambut di bak cuci;
- 2) Cuci seluruh tubuh dengan sabun di bawah pancuran air;
- 3) Pantau residu kontaminan. Jika masih ada kontaminasi, pencucian diulang sampai bersih.

F. INFEKSI MIKROORGANISME

Semua laboratorium yang menyelenggarakan pelayanan laboratorium mikrobiologi dan biomedis harus melaksanakan upaya keamanan kerja di laboratorium. Pengamanan yang dilakukan didasarkan atas mikroorganisme yang ditangani dan diperiksa.

Mikroorganisme dan laboratorium dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Klasifikasi mikroorganisme, dikelompokkan dalam 4 kelompok, yaitu:

1. Kelompok risiko satu

Kelompok ini merupakan kelompok yang tidak menimbulkan resiko atau resiko sangat rendah baik pada individu maupun pada masyarakat. Mikroorganisme pada kelompok ini pada umumnya tidak menyebabkan penyakit pada manusia atau ternak.

2. Kelompok risiko dua

Kelompok ini merupakan kelompok yang mempunyai resiko sedang pada individu dan resiko rendah pada masyarakat. Kelompok mikroorganisme patogen ini dapat menimbulkan penyakit pada manusia dan ternak, namun pada umumnya tidak menimbulkan bahaya yang serius pada petugas laboratorium, masyarakat, ternak atau lingkungan. Infeksi yang terjadi di laboratorium umumnya dapat dicegah dan diobati serta resiko penyebarannya terbatas.

Dalam keadaan tertentu, mikroorganisme kelompok ini dimasukkan dalam risiko tiga.

3. Kelompok risiko tiga

Kelompok ini merupakan kelompok yang mempunyai resiko tinggi pada individu dan resiko rendah pada masyarakat. Kelompok mikroorganisme patogen ini biasanya menyebabkan penyakit serius, tetapi umumnya tidak menyebar dari satu orang ke orang lainnya. Umumnya tersedia tindakan pencegahan dan pengobatan yang efektif.

4. Kelompok risiko empat

Kelompok ini merupakan kelompok yang mempunyai resiko tinggi baik pada individu maupun pada masyarakat. Kelompok mikroorganisme patogen ini dapat menimbulkan penyakit genus dan sangat menular secara langsung atau tidak langsung. Umumnya belum tersedia tindakan dan pengobatan yang efektif.

G. FASILITAS HEWAN PERCOBAAN

Pada laboratorium yang menggunakan hewan percobaan, harus diperhatikan bahwa banyak penyebab infeksi pada hewan dapat menulari manusia termasuk petugas laboratorium.

Untuk mencegah penyebab infeksi, lokasi ruang hewan sebaiknya terpisah dari ruang laboratorium lain. Dibedakan pula hewan yang (i) terinfeksi dan tak terinfeksi, dan (ii) hewan berlainan spesies. Tata ruang dan fasilitas ruang hewan terutama diarahkan untuk mempermudah pembersihan, penataan dan pengelolaan hewan tadi. Hewan percobaan harus diberi tempat yang nyaman dan bersih serta makanan dan minuman yang cukup.

Air dalam lingkungan kandang harus cukup dan pembuangan kotoran hewan tidak boleh mencemari lingkungan. Pada akhir percobaan atau jika ada hewan yang mati karena diinfeksi/terinfeksi penyakit, setelah pemeriksaan pasca kematian (post mortem), hewan tersebut harus segera dimasukkan dalam wadah tertutup dan secepat mungkin dimusnahkan dengan cara yang etis dan selanjutnya diinsinerasi. Fumigasi kandang hewan percobaan harus dilakukan secara teratur pada saat kandang sedang kosong atau pada akhir suatu percobaan.

Tabel 20 memperlihatkan secara ringkas keamanan laboratorium dengan fasilitas hewan percobaan dan peralatan keamanan yang dibutuhkan.

Tabel 20. Tingkat keamanan biologis laboratorium pada fasilitas hewan percobaan, pedoman kerja yang harus dilakukan dan peralatan keamanan yang dibutuhkan

Kelompok risiko mikroorganisme	Tingkat keamanan biologis	Pedoman kerja	Peralatan keamanan
Satu	1	Akses terbatas, pakaian pelindung, sarung tangan	
Dua	2	Akses terbatas dan dipasang tanda BAHAYA INFEKSI, pakaian pelindung dan sarung tangan, dekontaminasi limbah dan kandang sebelum dicuci.	Kabinet keamanan biologis kelas I atau II untuk cara yang memproduksi aerosol, alat pelindung diri.
Tiga	3	Akses terkendali, pakaian pelindung khusus, atau seperti untuk tingkat keamanan biologis 1 dan 2	Kabinet keamanan biologis kelas I dan II untuk semua pekerjaan, alat pelindung diri.
Empat	4	Akses sangat terbatas, pedoman kerja untuk tingkat keamanan biologis 3 ditambah kamar untuk berganti pakaian dan mandi pencucian, semua limbah didekontaminasi sebelum dibuang	Kabinet keamanan biologis kelas II atau kabinet bertekanan positif yang cocok untuk semua kegiatan.

Tingkat keamanan laboratorium pada fasilitas hewan percobaan adalah sebagai berikut:

1. Tingkat Keamanan Biologis 1

Digunakan untuk pemeliharaan hewan sehat (setelah dikarantina) atau untuk hewan yang terkena mikroorganisme kelompok risiko satu. Cara kerja yang benar adalah seperti tercantum pada Pedoman Umum. Fasilitas untuk hewan percobaan harus bebas dari kemungkinan masuknya hewan lain terutama hewan pengerat dan serangga.

2. Tingkat Keamanan Biologis 2

Digunakan untuk hewan yang terinfeksi dengan mikroorganisme kelompok risiko dua. Perlu diperhatikan tindakan pengamanan di bawah ini:

- a. Label bahaya harus dituliskan pada pintu atau tempat yang dianggap perlu.
- b. Fasilitas harus mudah dibersihkan.
- c. Pintu harus terbuka ke dalam dan dapat menutup sendiri.
- d. Ventilasi, penerangan dan suhu ruangan yang terkendali.
- e. Jika dilengkapi dengan ventilasi mekanik, udara tidak boleh dialirkan balik ke bagian lain maupun ke dalam bangunan tersebut, jadi merupakan sistem hilang total (*totalloss*).
- f. Hanya orang yang berkepentingan boleh masuk.
- g. Selain dari hewan yang digunakan untuk percobaan tidak boleh masuk.
- h. Seyogyanya terdapat program pengendalian serangga dan hewan pengerat.
- i. Jendela ruangan dan kandang dipasang kawat anti nyamuk dan rayap.
- j. Sesudah bekerja, permukaan meja harus didekontaminasi dengan disinfektan.
- k. Kabinet keamanan biologis kelas satu atau dua harus digunakan untuk pekerjaan yang memungkinkan terjadinya aerosol.
- l. Tersedia otoklaf di tempat yang cukup dekat.
- l. Bahan yang akan diotoklaf atau diinsinerasi harus dibawa dalam keadaan tertutup dan aman.
- m. Pembersihan kandang hewan harus dilakukan dengan cara yang tidak menimbulkan aerosol dan debu.
- n. Sisa pemeliharaan hewan percobaan (alas kandang, tempat makanan dan minuman hewan serta kandang) harus didekontaminasi segera setelah selesai digunakan.
- o. Hewan percobaan yang tidak dipakai lagi, sebelum dimusnahkan dengan insinerasi harus dibunuh dengan cara yang etis.
- p. Tersedia fasilitas untuk cuci tangan. Petugas laboratorium harus mencucisebelum meninggalkan ruangan hewan.

- q. Pakaian pelindung harus dipakai sebelum masuk ruangan dan dilepaskan sebelum ke luar ruangan sarung tangan yang sesuai harus tersedia.
 - r. Semua kecelakaan harus dilaporkan.
 - s. Tidak diperkenankan makan, minum, merokok dan membubuhkan kosmetik di dalam ruangan.
 - t. Tidak diperkenankan memasukkan jari ke dalam mulut, hidung dan telinga selama bekerja.
 - u. Kandang hewan harus dibersihkan secara berkala.
3. Tingkat Keamanan Biologis 3

Untuk hewan yang terinfeksi dengan mikroorganisme kelompok risiko tiga, perlu diperhatikan tindakan-tindakan pengamanan sebagai berikut:

- a. Berlaku semua ketentuan tingkat keamanan biologis 1 dan 2.
 - b. Ijin masuk ruangan diperketat.
 - c. Fasilitas harus terpisah dari ruang laboratorium lain dengan ruang antara yang berdaun-pintu ganda.
 - d. Harus ada fasilitas cuci tangan dan mandi pancuran dalam ruang antara.
 - e. Harus ada ventilasi mekanik untuk mengendalikan aliran udara dalam semua ruangan. Udara yang dihisap harus melalui *filter* HEPA sebelum dibuang ke atmosfer. Sistem harus dirancang agar tidak terjadi aliran balik dan tekanan positif dimanapun dalam ruang hewan.
 - f. Harus terdapat otoklaf yang letaknya cukup dekat.
 - g. Tersedia alat insinerasi. Jika tidak ada, harus terdapat fasilitas lain yang sesuai dan telah disetujui oleh yang berwenang.
 - h. Hewan terinfeksi harus berada dalam kandang dan ditempatkan dalam ruang isolasi atau ruangan yang mempunyai kipas angin penghisap di belakang kandang hewan.
 - i. Harus memakai pakaian pelindung, tutup kepala dan masker dan perlengkapan tersebut harus diotoklaf sebelum dipakai kembali.
 - j. Sebaiknya dipertimbangkan imunisasi yang sesuai untuk petugas yang bekerjadisini.
4. Tingkat Keamanan Biologis 4

Untuk hewan yang terinfeksi dengan mikroorganisme kelompok risiko empat, perlu diperhatikan tindakan pengamanan di bawah ini:

- a. Berlaku semua ketentuan tingkat keamanan biologis I, 2 dan 3.
- b. Ijin masuk ke laboratorium lebih diperketat.
- c. Petugas tidak boleh bekerja sendiri, paling sedikit harus dua orang.

- d. Petugas yang bekerja disini harus sudah memiliki keterampilan mikrobiologi yang tinggi dan faham akan bahaya serta cara menanganinya.
- e. Harus ada ventilasi mekanik untuk mengendalikan aliran udara dalam semuaruangan. Udara yang di UV harus melalui *filter* HEPA sebelum dibuang ke atmosfer. Sistem harus dirancang agar tidak terjadi aliran balik dan tekanan positif dimanapun dalam ruang hewan .
- f. Harus ada otoklaf dengan pintu ganda yang pintunya bersihnya bukan diruang hewan.
- g. Petugas harus memakai pakaian pelindung sebelum masuk ruangan. Sesudah selesai bekerja, pakaian diotoklaf sebelum dibuang. Diharuskan mandi sebelum meninggalkan tempat.
- h. Harus terdapat ruang antara untuk memasukkan bahan.
- i. Semua manipulasi dengan hewan harus dikerjakan dalam kabinet keamanan biologis kelas tiga.
- k. Semua kandang hewan harus diisolasi.
- l. Semua limbah harus diotoklaf sebelum dibuang.
- m. Harus ada pengawasan medis dan imunisasi yang sesuai dengan pekerjaannya bagi petugas laboratorium.

H. PENANGANAN LIMBAH

Laboratorium dapat menjadi salah satu sumber penghasil limbah cair, padat dan gas yang berbahaya bila tidak ditangani secara benar. Karena itu pengolahan limbah harus dilakukan dengan semestinya agar tidak menimbulkan dampak negatif.

1. Sumber, sifat dan bentuk limbah

Limbah laboratorium dapat berasal dari berbagai sumber:

- a. bahan baku yang sudah kadaluarsa;
- b. bahan habis pakai (misalnya medium perbenihan yang tidak terpakai);
- c. produk proses di dalam laboratorium (misalnya sisa spesimen);
- d. produk upaya penanganan limbah (misalnya jarum suntik sekali pakai setelah diotoklaf).

Penanganan limbah antara lain ditentukan oleh sifat limbah yang digolongkan menjadi:

- a. Buangan bahan berbahaya dan beracun;
- b. Limbah infeksi;
- c. Limbah radioaktif;
- d. Limbah umum.

Setiap jenis limbah dibuang dalam wadah tersendiri yang diberi label sesuai peraturan yang ada.

Yang harus dilakukan oleh si pengirim:

- a. Hubungi pemberi jasa transportasi dan si penerima (lewat telepon atau faksimil) untuk menjamin agar spesimen diantar dan diperiksa segera;
- b. Siapkan dokumen pengiriman;
- c. Atur rute pengiriman, jika mungkin menggunakan penerbangan langsung;
- d. Kirimkan pemberitahuan secara teratur tentang semua data transportasi kepada si penerima.

Bahan infeksi seharusnya tidak dikirim sebelum ada kesepakatan diantara pengirim, pemberi jasa transportasi dan penerima atau sebelum si penerima memastikan dengan yang berwenang bahwa bahan tersebut boleh dimasukkan ke daerah tersebut dengan sah serta tidak akan terjadi keterlambatan dalam pengiriman paket ke tujuannya. Penerima bertanggung jawab untuk:

- a. Mendapatkan ijin yang diperlukan dari yang berwenang;
- b. Mengirimkan ijin impor, surat yang diperlukan atau dokumen lain yang disyaratkan oleh pejabat dari tempat asal spesimen;
- c. Segera memberitahukan si pengirim jika bahan kiriman telah diterima.

Bentuk limbah yang dihasilkan dapat berupa:

- a. Limbah cair
Pelarut organik, bahan kimia untuk pengujian, air bekas pencucian alat, sisa spesimen (darah dan cairan tubuh).
- b. Limbah padat
Peralatan habis pakai seperti alat suntik, sarung tangan, kapas, botol spesimen, kemasan reagen, sisa spesimen (ekskreta) dan medium pembiakan.
- c. Limbah gas
Dihasilkan dari penggunaan generator, sterilisasi dengan etilen oksida atau dari termometer yang pecah (uap air raksa).

2. Penanganan dan penampungan

- a. Penanganan
Prinsip pengelolaan limbah adalah pemisahan dan pengurangan volume. Jenis limbah harus diidentifikasi dan dipilah-pilah dan mengurangi keseluruhan volume limbah secara berkesinambungan.

Memilah dan mengurangi volume limbah klinis sebagai syarat keamanan yang penting untuk petugas pembuangan sampah, petugas emergensi, dan masyarakat.

Dalam memilah dan mengurangi volume limbah harus mempertimbangkan hal-hal berikut ini:

- 1) Kelancaran penanganan dan penampungan limbah
- 2) Pengurangan jumlah limbah yang memerlukan perlakuan khusus, dengan pemisahan limbah B3 dan non-B3.
- 3) Diusahakan sedapat mungkin menggunakan bahan kimia non-B3.
- 4) Pengemasan dan pemberian label yang jelas dari berbagai jenis limbah untuk mengurangi biaya, tenaga kerja dan pembuangan.

Kuncipembuangan yang baik adalah dengan memisahkan langsung limbah berbahaya dari semua limbah di tempat penghasil limbah. Tempatkan masing-masing jenis limbah dalam kantong atau kontainer yang sama untuk penyimpanan, pengangkutan dan pembuangan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan petugas dan penanganannya.

b. Penampungan

Harus diperhatikan sarana penampungan limbah harus memadai, diletakkan pada tempat yang pas, aman dan higienis.

Pemadatan adalah cara yang efisien dalam penyimpanan limbah yang bisa dibuang dengan landfill, namun pemadatan tidak boleh dilakukan untuk limbah infeksius dan limbah benda tajam.

c. Pemisahan limbah

Untuk memudahkan mengenal berbagai jenis limbah yang akan dibuang adalah dengan cara menggunakan kantong berkode (umumnya menggunakan kode warna). Namun penggunaan kode tersebut perlu perhatian secukupnya untuk tidak sampai menimbulkan kebingungan dengan sistem lain yang mungkin juga menggunakan kode warna, misalnya kantong untuk linen biasa, linen kotor, dan linen terinfeksi di rumah sakit dan tempat-tempat perawatan.

Pada Tabel 21 disajikan contoh bagi unit yang bertanggung jawab dalam penanganan limbah klinis dengan menggunakan kode warna.

Tabel 21. Kode warna yang disarankan untuk limbah klinis

Warna Kantong	Jenis Limbah
Hitam	limbah rumah tangga biasa, tidak digunakan untuk menyimpan atau mengangkut limbah klinis.
Kuning	Semua jenis limbah yang akan dibakar
Kuning dengan strip hitam	Jenis limbah yang sebaiknya dibakar tetapi bisa juga dibuang di sanitary landfill bila dilakukan pengumpulan terpisah dan pengaturan pembuangan.
Biru muda atau transparan dengan strip biru tua	Limbah untuk autoclaving (pengolahan sejenis) sebelum pembuangan akhir.

d. Standarisasi kantong dan kontainer pembuangan limbah.

Keberhasilan pemisahan limbah tergantung kepada kesadaran, prosedur yang jelas serta ketrampilan petugas sampah pada semua tingkat.

Keseragaman standar kantong dan kontainer limbah mempunyai keuntungan sebagai berikut:

- 1) Mengurangi biaya dan waktu pelatihan staf yang dimutasikan antar instansi/unit.
- 2) Meningkatkan keamanan secara umum, baik pada pekerjaan di lingkungan rumah sakit maupun pada penanganan limbah di luar rumah sakit.
- 3) Pengurangan biaya produksi kantong dan kontainer.

3. Pengolahan Limbah

a. Buangan bahan berbahaya

1) Pengendapan, koagulasi dan flokulasi.

Kontaminan logam berat dalam limbah cair dapat dipisahkan dengan pengendapan, koagulasi dan flokulasi. Tawas, garam besi dan kapur amat efektif untuk mengendapkan logam berat dan partikel koloidnya. Contoh: 50 mg/ FeCl_3 yang membentuk Fe(OH)_3 dapat mengikat arsen, seng, nikel, mangan, dan air raksa. Pengendapan dapat pula dilakukan dengan menambahkan sulfida.

2) Oksidasi-reduksi.

Terhadap zat organik toksik dalam limbah dapat dilakukan reaksioksidasi-reduksi sehingga terbentuk zat yang kurang/tidak toksik. Di bawah ini adalah beberapa oksidator dan reduktor untuk mengolah limbah:

Oksidator Limbah

- $\text{Cl}_2, \text{OCI}^- \text{CN}^-$
- $\text{H}_2\text{O}_2 \quad \text{CN}^-$
- Ozon (O_3) Fenol, Sianida
- Oksidasi basah Akrilonitril, CN^-
- Elektrolisa $\text{CN}^-, \text{Cr}^{+6}$

Reduktor Limbah

- $\text{SO}_2, \text{sulfatCr}^{+6}$
- $\text{FeSO}_4 \quad \text{Cr}^{+6}$
- $\text{Fe} \quad \text{Cu}^{+2}$

3) Penukaran ion

Ion logam berat nikel dapat diserap oleh kation, sedangkan anion beracun dapat diserap oleh resin anion.

b. Limbah Infeksi

Semua limbah infeksi harus diolah dengan cara disinfeksi, dekontaminasi, sterilisasi dan insinerasi.

Insinerasi adalah metode yang berguna untuk membuang limbah laboratorium (cair/padat), sebelum atau sesudah diotoklaf dengan membakar limbah tersebut dalam alat insinerasi (insinerator). Insinerasi bahan infeksi dapat digunakan sebagai pengganti otoklaf hanya jika alat

insinerasi berada di bawah pengawasan laboratorium dan dilengkapi dengan alat pengontrol suhu dan ruangan bakar sekunder.

Alat insinerasi dengan ruang bakar tunggal tidak memuaskan untuk menangani bahan infeksi, mayathewan percobaan dan plastik. Bahan tersebut tidak dirusak dengan sempurna, sehingga asap yang keluar dari cerobongnya mencemari atmosfer dengan mikroorganisme dan zat kimia toksik. Ada beberapa model ruang bakar yang baik, tetapi yang ideal ialah yang memungkinkan suhu pada ruang bakar pertama paling sedikit 800°C dan pada ruang bakar kedua 1000°C.

Waktu retensi gas pada ruang bakar kedua sebaiknya paling sedikit 0,5detik.

Bahan untuk insinerasi, bahkan bila harus di otoklaf lebih dahulu, harus dikemas dalam kantong plastik. Petugas pelaksana insinerasi harus menerima instruksi yang benar tentang jenis bahan dan pengendalian suhu.

Limbah padat harus dikumpulkan dalam kotak limbah yang tutupnya dapat dibuka dengan kaki dan sebelah dalamnya dilapisi kantong kertas atau plastik. Kantong harus diikat dengan selotip sebelum diangkat dari dalam kotak.

Pengolahan limbah padat selanjutnya mengikuti hal berikut:

- 1) Biarkan meluruh sehingga mencapai nilai batas yang diijinkan jika limbah mengandung zat radioaktif dengan waktu paruh pendek (30 hari).
- 2) Tambahkan tanah diatome, larutan formaldehid, kapur atau hipoklorit untuk limbah padat yang mudah busuk (misalnya: bangkai hewan percobaan).
- 3) Lakukan insinerasi jika limbah dapat dibakar (misalnya: kain, kertas).

Limbah gas harus dibersihkan melalui penyaring (*filter*) sebelum dibuang ke udara. Penyaring harus diperiksa secara teratur.

c. Limbah Radioaktif

Masalah pengelolaan limbah radioaktif dapat diperkecil dengan memakai radioaktif sekecil mungkin, menciptakan disiplin kerja yang ketat dan menggunakan alat yang mudah didekontaminasi.

Ada 2 sistem pengelolaan limbah radioaktif:

- 1) Dilaksanakan seluruhnya oleh pemakai secara perorangan dengan memakai proses peluruhan, penguburan atau pembuangan.

- 2) Dilaksanakan secara kolektif oleh instansi pengolahan limbah radioaktif seperti Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN).

Pengolahan limbah radioaktif dibedakan berdasarkan:

- 1) bentuk : cair, padat dan gas
- 2) tinggi-rendahnya tingkat radiasi gama
- 3) tinggi-rendahnya aktivitas
- 4) panjang-pendeknya waktu paruh
- 5) sifat: dapat dibakar atau tidak.

Sebelum diolah limbah cair harus dikumpulkan dalam wadah khusus yang terbuat dari plastik. Tidak dibenarkan menggunakan wadah dari gelas karena dapat pecah. Jika limbah mengandung pelarut organik, wadah harus terbuat dari bahan baja anti karat.

Limbah cair dapat dibuang ke saluran pembuangan jika memenuhi syarat di bawah ini:

- 1) Konsentrasi limbah radioaktif berada di bawah nilai batas yang diijinkan;
- 2) Limbah radioaktif beraktivitas tinggi dan memiliki waktu paruh < 30 hari dibiarkan meluruh sampai melewati 5 x waktu paruhnya;
- 3) Mudah larut dan tersebar dalam air;
- 4) Limbah radioaktif beraktivitas rendah diencerkan sampai mencapai nilai batas yang diijinkan untuk dibuang.

Limbah padat harus dikumpulkan dalam kotak limbah yang tutupnya dapat dibuka dengan kaki dan sebelah dalamnya dilapisi kantong kertas atau plastik. Kantong harus diikat dengan selotip sebelum diangkat dari dalam kotak. Pengolahan limbah padat selanjutnya mengikuti hal berikut:

- 1) Biarkan meluruh sehingga mencapai nilai batas yang diijinkan jika limbah mengandung zat radioaktif dengan waktu paruh pendek (< 30 hari).
- 2) Tambahkan tanah diatome, larutan formaldehid, kapur atau hipoklorit untuk limbah padat yang mudah busuk (misalnya: bangkai hewan percobaan).
- 3) Lakukan insinerasi jika limbah dapat dibakar (misalnya : kain, kertas).

Limbah gas harus dibersihkan melalui penyaring (*filter*) sebelum dibuang ke udara. Penyaring (*filter*) harus diperiksa secara teratur. Jika penyaring (*filter*) rusak atau tingkat radiasinya mendekati batas yang telah ditentukan, penyaring (*filter*) harus diganti. Untuk mencegah terlepasnya zat radioaktif dari penyaring (*filter*), maka penyaring (*filter*) harus dibungkus dengan plastik polietilen. Untuk keterangan lebih rinci

mengenai pengolahan limbah radioaktif oleh pemakai, dapat dilihat dalam petunjuk pengelolaan limbah radioaktif oleh pemakai, dan dalam ketentuan keselamatan untuk pengelolaan limbah radioaktif. Yang keduanya dikeluarkan oleh Batan.

BAB IX

PENCATATAN DAN PELAPORAN

Pencatatan dan pelaporan kegiatan laboratorium diperlukan dalam perencanaan, pemantauan dan evaluasi serta pengambilan keputusan untuk peningkatan pelayanan laboratorium. Untuk itu kegiatan ini harus dilakukan secara cermat dan teliti, karena kesalahan dalam pencatatan dan pelaporan akan mengakibatkan kesalahan dalam menetapkan suatu tindakan.

A. PENCATATAN

Pencatatan kegiatan laboratorium dilakukan sesuai dengan jenis kegiatannya.

Ada 4 jenis pencatatan, yaitu:

1. Pencatatan kegiatan pelayanan
2. Pencatatan keuangan
3. Pencatatan logistik
4. Pencatatan kepegawaian
5. Pencatatan kegiatan lainnya, seperti pemantapan mutu internal, keamanan laboratorium dan lain-lain

Dalam bab ini hanya akan dibahas pencatatan kegiatan pelayanan saja.

Pencatatan kegiatan pelayanan dapat dilakukan dengan membuat buku sebagai berikut:

1. Buku register penerimaan spesimen terdapat di loket berisi data pasien (nama umur, alamat, jenis kelamin dll) dan jenis pemeriksaan.
2. Buku register besar/induk berisi data-data pasien secara lengkap serta hasil pemeriksaan spesimen;
3. Buku register/catatan kerja harian tiap tenaga.
 - a. Data masing-masing pemeriksaan.
 - b. Data rekapitulasi jumlah pasien dan spesimen yang diterima.
4. Buku register pemeriksaan rujukan.
5. Buku ekspedisi dari ruangan/rujukan.
6. Buku komunikasi pertukaran petugas (*shift*).
7. Buku register perawatan/kerusakan.
8. Buku stok alat, reagen.
9. Buku catatan kalibrasi.
10. Buku absensi.

B. PELAPORAN

Pelaporan kegiatan pelayanan laboratorium terdiri dari:

1. Laporan kegiatan rutin harian/bulanan/triwulan/tahunan
2. Laporan khusus (misalnya KLB, HIV, NAPZA dll)
3. Laporan hasil pemeriksaan

a. Tanggungjawab manajemen untuk membuat format hasil:

Manajemen laboratorium harus membuat format laporan hasil pemeriksaan. Format laporan dan cara mengkomunikasikannya kepada pemakai harus ditentukan dengan mendiskusikannya dengan pengguna jasa laboratorium

b. Penyerahan hasil tepat waktu

Manajemen laboratorium ikut bertanggung jawab atas diterimanya hasil pemeriksaan kepada orang yang sesuai dalam waktu yang disepakati.

c. Komponen Laporan Hasil Pemeriksaan

Hasil harus dapat dibaca tanpa kesalahan dalam tulisan, dan dilaporkan kepada orang yang diberi wewenang untuk menerima dan menggunakan informasi medis. Laporan setidaknya harus mencakup hal-hal berikut:

- 1) Identifikasi dari pemeriksaan yang jelas dan tidak ragu-ragu, termasuk prosedur pengukuran bila perlu.
- 2) Identifikasi laboratorium yang menerbitkan laporan.
- 3) Identifikasi khas dan bila mungkin lokasi pasien serta tujuan dari laporan.
- 4) Nama atau identitas khas lain dari pemohon dan alamat pemohon
- 5) Tanggal dan waktu pengumpulan sampel primer, apabila tersedia dan relevan dengan pelayanan pasien, serta waktu penerimaan oleh laboratorium.
- 6) Tanggal dan waktu penerbitan laporan. Jika tidak tercantum pada laporan, tanggal dan waktu penerbitan laporan harus dapat diperoleh dengan segera jika diperlukan.
- 7) Sumber dan sistem organ sample primer. Misalnya : darah vena, pus luka.
- 8) Bila dapat digunakan, hasil pemeriksaan dilaporkan dalam unit Standar Internasional atau tertelusur hingga unit Standar Internasional.

- 9) Interval acuan biologis, apabila dapat digunakan.
- 10) Interpretasi hasil, apabila sesuai.
- 11) Tanggapan lain (misalnya, mutu atau kecukupan dari sampel primer yang dapat merusak hasil, hasil/interpretasi dari laboratorium rujukan, penggunaan dari prosedur yang dikembangkan, dan apabila dapat digunakan, informasi tentang batas deteksi dan ketidakpastian pengukuran). Laporan hendaknya mengidentifikasi pemeriksaan yang dilakukan sebagai bagian dari suatu program pengembangan (jika demikian halnya, tidak ada syarat untuk kerja pengukuran).
- 12) Identifikasi dari petugas yang diberi wewenang mengeluarkan hasil.
- 13) Hasil asli dan hasil yang diperbaiki.
- 14) Tandatangan atau otorisasi dari petugas yang memeriksa atau menerbitkan laporan.

C. PENYIMPANAN DOKUMEN

Setiap laboratorium harus menyimpan dokumen-dokumen tersebut di bawah ini:

1. Surat permintaan pemeriksaan laboratorium
2. Hasil pemeriksaan laboratorium
3. Surat permintaan dan hasil rujukan

Prinsip penyimpanan dokumen:

1. Semua dokumen yang disimpan harus asli dan harus ada bukti verifikasi pada dokumen dengan tanda tangan oleh penanggungjawab/supervisor laboratorium (*hard copy*).
2. Berkas laboratorium disimpan selama 5 tahun. Untuk kasus-kasus khusus dipertimbangkan tersendiri.
3. Berkas anak-anak harus disimpan hingga batas usia tertentu sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
4. Berkas laboratorium dengan kelainan jiwa disimpan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
5. Untuk memudahkan penelusuran pada kasus-kasus tertentu misalnya dipakai sebagai barang bukti. Salinan atau berkas hasil yang dilaporkan harus disimpan sedemikian sehingga mudah ditemukan kembali. Lamanya waktu penyimpanan dapat beragam, tetapi hasil yang telah dilaporkan harus dapat ditemukan kembali sesuai kepentingan medis atau sebagaimana dipersyaratkan oleh persyaratan nasional, regional atau setempat

D. PEMUSNAHAN DOKUMEN

Sebelum dimusnahkan, ambil informasi-informasi yang utama terlebih dahulu.

Pada pelaksanaan pemusnahan harus ada berita acara sesuai prosedur yang berlaku, yang berisi:

1. Tanggal, bulan dan tahun pemusnahan;
2. Penanggungjawab/otorisasi pemusnahan dokumen.

E. PENGENDALIAN DOKUMEN**1. Maksud dari pengendalian dokumen:**

Laboratorium harus menetapkan, mendokumentasikan dan memelihara prosedur untuk mengendalikan semua dokumen dan informasi (dari sumber internal dan eksternal) yang merupakan bagian dokumentasi mutunya. Salinan dari tiap dokumen terkendali ini harus diarsipkan untuk acuan di kemudian hari. Pimpinan laboratorium harus menetapkan masa penyimpanan.

Dokumen terkendali ini harus disimpan dalam bentuk tertulis, serta dapat disimpan dalam bentuk elektronik. Penyimpanan dokumen disesuaikan dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

2. Cara pengendalian dokumen:

Harus tersedia prosedur yang memastikan bahwa:

- a. Semua dokumen yang diberikan kepada petugas laboratorium sebagai bagian dari sistem manajemen mutu telah dikaji ulang dan disetujui oleh petugas yang berwenang sebelum diterbitkan (sistem otorisasi dokumen yang berlaku).
- b. Setiap saat tersedia daftar terbaru yang mencantumkan semua dokumen yang berlaku, revisi terbaru yang sah berikut penyebarannya (disebut juga catatan pengendalian dokumen).
- c. Hanya dokumen versi terbaru yang disediakan untuk penggunaan aktif pada tempat di mana dokumen itu digunakan.
- d. Dokumen secara berkala dikaji ulang, direvisi apabila perlu, dan disetujui oleh petugas berwenang.
- e. Protokol permintaan, sampel primer, pengambilan dan penanganan sampel laboratorium.
- f. Pengesahan hasil.
- g. Pengendalian mutu internal dan eksternal.
- h. Sistem Informasi Laboratorium.
- i. Pelaporan hasil.

- j. Upaya perbaikan dan penanganan keluhan.
- k. Komunikasi dan interaksi lain dengan pasien, petugas kesehatan, laboratorium rujukan dan pemasok.
- l. Audit internal.
- m. Etika.

3. Penandaan pada dokumen:

Semua dokumen yang terkait dengan sistem manajemen mutu harus diberi identitas secara unik (tidak ada duanya) yaitu meliputi:

- a. Judul;
- b. Edisi atau tanggal revisi terbaru, atau nomor revisi, atau ketiganya;
- c. Jumlah halaman (bila mungkin);
- d. Wewenang untuk menerbitkan; dan
- e. Pencantuman sumber.

4. Pengkajian terhadap kontrak layanan laboratorium

Jika laboratorium menjalin kontrak dengan pihak lain untuk memberikan layanan laboratorium, maka harus dijaga beberapa hal berikut:

a. Jaminan mutu layanan

Untuk menjamin mutu layanan, prosedur untuk mengkaji kontrak harus dimiliki.

Prosedur pengkajian yang dimaksud, harus menjamin agar:

- 1) Kondisi kerjasama diterangkan dengan jelas, serta dapat dimengerti (termasuk misalnya penjelasan tentang metoda yang digunakan).
- 2) Laboratorium memiliki kemampuan dan sumber daya (sarana fisik, petugas, informasi, kompetensi petugas) untuk memberikan layanan sesuai kontrak.

b. Penyimpanan rekaman kaji terhadap kontrak layanan

Rekaman hasil kaji terhadap kontrak, berikut perubahan-perubahannya harus disimpan.

c. Pemberitahuan kepada pelanggan

Bila terjadi penyimpangan terhadap kontrak, maka pelanggan (misalnya klinisi, lembaga kesehatan, asuransi, dsb) harus diberitahu.

BAB X
PENUTUP

Pelayanan laboratorium telah diselenggarakan oleh berbagai jenis dan tingkat sarana pelayanan kesehatan dengan mutu yang bervariasi. Karena pelayanan laboratorium merupakan salah satu komponen penting dalam pelayanan kesehatan perlu diselenggarakan sesuai kaidah-kaidah penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang baik (*Good Laboratory Practice*) untuk dapat menjamin keamanan bagi pasien, lingkungan maupun tenaga kesehatan pada laboratorium itu sendiri.

Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik ini harus senantiasa dijadikan sebagai acuan dalam penyelenggaraan Laboratorium Klinik pada berbagai jenis dan jenjang pelayanan.

MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA,

NAFSIAH MBOI