



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

**KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 1792/MENKES/SK/XII/2010**

TENTANG

PEDOMAN PEMERIKSAAN KIMIA KLINIK

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa pemeriksaan laboratorium kesehatan bidang kimia klinik merupakan hal yang sangat menentukan dalam penegakan diagnosis, monitoring terapi dan prognosis penyakit;
- b. bahwa dalam rangka meningkatkan pelayanan pemeriksaan kimia klinik di laboratorium kesehatan agar dapat terlaksana dengan efektif dan efisien, serta menghasilkan pemeriksaan yang berkualitas, tepat, cepat, dan teliti perlu disusun suatu pedoman;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);
2. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);
3. Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5072);



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

4. Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 1996 tentang Tenaga Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1996 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3637);
5. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 364/Menkes/SK/III/2003 tentang Laboratorium Kesehatan;
6. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1267/Menkes/SK/XII/2004 Tentang Standar Pelayanan Laboratorium Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota;
7. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1224/Menkes/SK/XI/2007 Tentang Pedoman Klasifikasi dan Kodefikasi Jenis Pemeriksaan, Spesimen, Metode Pemeriksaaan Laboratorium Kesehatan;
8. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 605/Menkes/SK/VII/2008 Tentang Standar Balai Laboratorium Kesehatan dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan;
9. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 657/Menkes/Per/VIII/2009 tentang Pengiriman dan Penggunaan Spesimen Klinik, Materi Biologik dan Muatan Informasinya;
10. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 658/Menkes/Per/VIII/2009 tentang Jejaring Laboratorium Diagnosis Penyakit Infeksi New Emerging dan Re-Emerging;
11. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 411/Menkes/Per/III/2010 tentang Laboratorium Klinik;
12. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1144/Menkes/Per/VIII/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kesehatan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan :

KESATU : KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN TENTANG PEDOMAN PEMERIKSAAN KIMIA KLINIK.

KEDUA : Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik sebagaimana dimaksud dalam Diktum Kesatu tercantum dalam Lampiran Keputusan ini.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- KETIGA : Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik merupakan acuan bagi laboratorium kesehatan milik Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi, Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota, Swasta serta pihak-pihak yang terkait dalam penyelenggaraan pelayanan pemeriksaan kimia klinik di laboratorium kesehatan.
- KEEMPAT : Pembinaan dan pengawasan pelaksanaan keputusan ini dilakukan secara berjenjang oleh Menteri, Kepala Dinas Kesehatan Provinsi dan Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota sesuai dengan tugas dan fungsinya masing-masing.
- KELIMA : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 14 Desember 2010



MENTERI KESEHATAN,

Endang Rahayu Sedyaningsih

ENDANG RAHAYU SEDYANINGSIH



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Keputusan Menteri Kesehatan
Nomor : 1792/MENKES/SKXII/2010
Tanggal : 14 Desember 2010

PEDOMAN PEMERIKSAAN KIMIA KLINIK

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemeriksaan laboratorium merupakan kegiatan pelayanan kesehatan yang tidak terpisahkan dengan kegiatan pelayanan kesehatan lainnya untuk menunjang upaya peningkatan kesehatan, pencegahan dan pengobatan penyakit serta pemulihan kesehatan perorangan ataupun masyarakat.

Pelayanan kesehatan berbasis *evidence based* merupakan dasar pelayanan di laboratorium kesehatan. Salah satu di antaranya adalah adanya hasil pemeriksaan laboratorium. Sebagai komponen penting dalam pelayanan kesehatan, hasil pemeriksaan laboratorium kimia klinik digunakan untuk penetapan diagnosis, pemberian pengobatan dan pemantauan hasil pengobatan serta penentuan prognosis.

Pelayanan laboratorium kesehatan di Indonesia khususnya di bidang pemeriksaan kimia klinik saat ini telah diselenggarakan di berbagai jenis dan jenjang pelayanan, seperti pada Laboratorium Puskesmas, Laboratorium Kesehatan Kabupaten/Kota, Rumah Sakit Umum (RSU) Kabupaten/Kota, Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK), Balai Laboratorium Kesehatan (BLK), Rumah Sakit Umum (RSU) Pemerintah dan Swasta maupun Laboratorium Klinik Swasta.

Adanya jenjang pelayanan dalam pemeriksaan kimia klinik karena menggunakan metode dan alat yang berbeda serta adanya perkembangan ilmu dan teknologi dalam bidang pemeriksaan, maka perlu dibuat pedoman pemeriksaan kimia klinik yang dapat dijadikan acuan bagi tenaga teknis di laboratorium dalam melaksanakan pemeriksaan kimia klinik, agar diperoleh kesamaan metode pemeriksaan dan akhirnya dapat meningkatkan mutu hasil pemeriksaan.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

B. Tujuan

1. Tujuan umum

Tersusunnya Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik untuk dapat digunakan sebagai pedoman pemeriksaan bagi petugas teknis laboratorium kesehatan di Puskesmas, Laboratorium Kesehatan Kabupaten/Kota, RSU Kabupaten/Kota, Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK), Balai Laboratorium Kesehatan (BLK), Rumah Sakit pemerintah dan swasta maupun Laboratorium Klinik Swasta.

2. Tujuan khusus

- a. meningkatkan pengetahuan pelayanan teknis laboratorium klinik khususnya dalam bidang kimia klinik dalam melakukan praktik laboratorium yang baik dan benar dalam prosedur pra analitik, analitik dan pasca analitik sehingga dapat meningkatkan mutu hasil pemeriksaan.
- b. terwujudnya kesamaan metode pemeriksaan parameter kimia klinik.

C. Sasaran

Pedoman pemeriksaan kimia klinik ditujukan untuk petugas teknis laboratorium kesehatan di Puskesmas, Laboratorium Kesehatan Kabupaten/Kota, RSU Kabupaten/Kota, Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK), Balai Laboratorium Kesehatan (BLK), Rumah Sakit pemerintah dan swasta maupun Laboratorium Klinik Swasta.

D. Ruang Lingkup

Pedoman pemeriksaan kimia klinik terdiri dari pra analitik, analitik, pasca analitik, pemantapan mutu serta kesehatan dan keselamatan kerja. Pedoman ini membahas pemeriksaan kimia klinik yang umum diperiksa di laboratorium kesehatan, dan spesimen yang dibahas dibatasi pada spesimen darah yang berasal dari manusia.

E. Pengertian

1. Akurasi (Ketepatan) adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan analit yang sebenarnya. Akurasi nilai yang menyatakan tingkat kebenaran hasil pengukuran sesuai dengan standar.
2. Antikoagulan adalah zat yang mencegah pembekuan darah.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

3. Bahan Kontrol adalah bahan atau substansi yang digunakan untuk memantau ketepatan dan ketelitian suatu pemeriksaan atau untuk mengawasi kualitas pemeriksaan.
4. Detektor adalah bagian dari fotometer yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik (*fotodetector*).
5. Kalibrator adalah bahan atau substansi yang digunakan untuk mengkalibrasi peralatan.
6. Ketidakpastian (*uncertainty*) adalah parameter yang terkait dengan pengukuran, yang menunjukkan penyebaran nilai yang dapat secara layak diberikan pada besaran ukur.
7. *Kit Insert* adalah petunjuk/keterangan operasional suatu produk/*kit* reagen yang dibuat oleh pabrik.
8. Kuvet adalah wadah yang digunakan sebagai tempat campuran hasil reaksi yang akan dianalisa di jalur cahaya pada fotometer.
9. Linearitas adalah kemampuan metode analisis suatu sistem pemeriksaan yang memberikan respon proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel.
10. Matriks adalah semua komponen atau substansi yang ada dalam bahan pemeriksaan kecuali analit.
11. Monokromator adalah alat yang digunakan untuk menseleksi panjang gelombang sehingga hanya satu panjang gelombang yang dilewatkan.
12. Nilai Kritis adalah nilai yang mencerminkan keadaan patologis yang dapat membahayakan jiwa bila tidak segera diambil tindakan.
13. Nilai Rujukan adalah nilai yang digunakan sebagai acuan nilai normal dari pemeriksaan.
14. Pemantapan Mutu Eksternal (PME) 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.
15. Pemantapan Mutu Internal (PMI) 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.
16. Plasma adalah komponen darah berbentuk cairan yang tidak mengandung sel darah tetapi masih mengandung faktor pembekuan.
17. Presisi (ketelitian) adalah kedekatan hasil pemeriksaan yang dilakukan berulang dengan sampel yang sama.
18. Sampel adalah satu atau lebih bagian yang diambil dari suatu sistem dan dimaksudkan untuk memperoleh informasi, sebagai dasar untuk pengambilan keputusan terhadap sistem tersebut atau produksinya.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

19. Satuan adalah patokan untuk mengukur suatu besaran.
20. Serum adalah komponen darah berbentuk cairan yang tidak lagi mengandung sel darah tanpa mengandung faktor pembekuan.
21. Spesimen adalah sekumpulan dari satu bagian atau lebih bahan yang diambil langsung dari suatu sistem.
22. Standar adalah zat yang konsentrasi atau kemurniannya diketahui dan diperoleh dengan cara penimbangan.
23. Sumber cahaya adalah bagian dari fotometer yang menghasilkan cahaya.
24. Ketelusuran (*Traceability*) adalah sifat hasil suatu pengukuran atau nilai suatu standar yang dapat dihubungkan dengan acuan tertentu, biasanya standar nasional atau internasional, melalui suatu rantai perbandingan yang tidak terputus yang semuanya mempunyai ketidakpastian tertentu.
25. *Turn Around Time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh jenis pemeriksaan tertentu mulai dari pengambilan sampel sampai hasil pemeriksaan diberikan kepada pasien.
26. Uji Banding adalah pengujian yang dilakukan dengan perbandingan, baik alat atau reagen maupun metode, bisa dilakukan di dalam satu laboratorium sendiri atau laboratorium lain.
27. Uji Profisiensi adalah uji yang dilakukan oleh laboratorium dengan membandingkan hasil pemeriksaan terhadap bahan kontrol dengan laboratorium lain.
28. Validasi adalah upaya yang dilakukan untuk memantapkan kualitas hasil pemeriksaan.
29. Verifikasi adalah upaya pencegahan terjadinya kesalahan dalam melakukan kegiatan laboratorium mulai dari tahap pra analitik sampai pasca analitik dengan melakukan pengecekan setiap tindakan/proses pemeriksaan.

II. PRA ANALITIK

A. Alat

1. Jenis alat

a. Sentrifus

1) prinsip kerja

prinsip kerja sentrifus adalah melawan gaya tarik bumi (gravitasi) dengan kekuatan sentrifugal sehingga partikel yang terlarut dalam cairan akan terlempar keluar dari pusat putaran, dengan berat



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

paling besar akan terlempar terlebih dulu. Tenaga ini disebut *Relative Centrifugal Force (RCF)* dalam satuan *g* yang menggambarkan daya pemisah alat tersebut.

2) jenis sentrifus

a) sentrifus dengan rotor jenis *swing-out*

sentrifus jenis ini memiliki selongsong tabung yang melekat secara bebas pada rotor sehingga apabila diputar, selongsong bersama tabung sentrifus di dalamnya akan berada pada posisi mendatar atau horizontal. Sedimen yang terbentuk padat dan datar, namun kecepatan putaran lebih rendah dibandingkan dengan jenis *angle* karena gesekan udara lebih besar.

b) sentrifus dengan rotor jenis *angle* atau *fixed*

sentrifus jenis ini memiliki selongsong tabung yang melekat secara tetap dengan sudut kemiringan 45° sehingga saat diputar posisi selongsong dan tabung di dalamnya tetap pada kemiringan tersebut. Sedimen yang terbentuk tidak sepadat sedimen jenis *swing-out* dan permukaan yang miring mengakibatkan mudah terurai kembali saat alat berhenti atau ketika tabung dikeluarkan. Kecepatan putaran lebih cepat karena gesekan udara lebih sedikit dibanding *swing-out*.

c) ultrasentrifus

sentrifus jenis ini memiliki kecepatan tinggi dan umumnya memakai rotor jenis *fixed* dan dilengkapi pendingin karena gesekan pada kecepatan tinggi dapat meningkatkan suhu di dalam sentrifus sampai 5°C . Kecepatan ultrasentrifus ini dapat mencapai 20.000 *g* atau 15.000 *rpm*. Salah satu contoh penggunaan ultrasentrifus di laboratorium adalah untuk memisahkan lipoprotein atau kilomikron.

3) kecepatan putaran

kecepatan sentrifus diukur dalam *rpm* yang tidak menggambarkan daya pemisah alat tersebut. Terminologi yang benar adalah *Relative Centrifugal Force (RCF)* dalam satuan *g* yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini atau menggunakan Nomogram 1

$$g = \text{radius rotor} \times \text{rpm}^2 \times 1,118 \times 10^{-5}$$

Radius rotor : panjang lengan rotor dari pusat tungkai pemutar (cm)

g : diketahui

misalnya : $r = 25 \text{ cm}$, $g = 500$ maka $\text{rpm} = 1337$



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

pada umumnya sentrifus kecil yang sederhana mempunyai kecepatan putaran per menit (revolution per menit/*rpm*) antara 3000–5000 *rpm* yang dapat diatur menggunakan tombol pengatur kecepatan. Kecepatan sampai 20.000 *g* dapat diperoleh memakai ultrasentrifus dengan pendingin.

4) penggunaan secara benar

kecepatan pemutaran sampel darah yang diusulkan NCCLS adalah 1000-1200 *g* selama 5-15 menit, walaupun tidak ada kecepatan dan waktu standar yang ditetapkan khusus untuk darah atau serum. Untuk memperoleh hasil yang benar, sebaiknya menggunakan tabung yang sesuai dengan anjuran pabrik pembuat sentrifus. Hal ini terutama berlaku untuk jenis sentrifus khusus seperti mikrosentrifus dan sentrifus berukuran besar atau berkecepatan tinggi. Untuk kecepatan di atas 5000 *g* perlu digunakan tabung polipropilen agar tidak pecah. Tabung yang digunakan harus sesuai dengan ukuran selongsong agar kedudukannya pas dan tidak boleh terlalu keluar dari selongsongnya.

Sentrifus tidak boleh dijalankan bila belum tertutup rapat atau dalam keadaan tabung belum seimbang. Tabung berukuran sama perlu didudukan berhadapan dan untuk keseimbangan boleh menggunakan tabung berisi air. Jangan mengisi tabung sampai penuh tetapi sebaiknya hanya $\frac{3}{4}$ bagian saja. Sebaiknya menggunakan tabung tertutup atau tabung yang ditutup dengan parafilm. Apabila sewaktu dijalankan terdengar bunyi yang mencurigakan atau bunyi gesekan segera hentikan sentrifus untuk melihat kemungkinan pecahnya tabung.

Sewaktu menggunakan sentrifus, kecepatan harus dinaikkan secara bertahap dan tidak dibenarkan langsung memasang pada kecepatan tinggi. Begitu pula sewaktu mematikan, sentrifus harus ditunggu sampai berhenti dan tidak dibenarkan memperlambat dengan tangan. Setelah berhenti, sebaiknya tutup sentrifus tidak segera dibuka tetapi didiamkan dahulu sekitar 5 menit agar terhindar dari kejadian infeksi oleh aerosol yang terbentuk selama sentrifugasi

b. Pipet

1) jenis pipet

a) pipet volumetrik

pipet volumetrik adalah contoh pipet transfer yang dirancang untuk memindahkan volume tertentu. Bagian tengah pipet



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

menggelembung silindris dan besarnya volume tertera di bagian atas. Pipet bagian bawah dibuat berangsur-angsur kecil sedemikian rupa agar cairan yang tersisa di ujung pipet tidak akan mengakibatkan kesalahan pipet. Pipet ini cocok untuk cairan kental seperti darah atau serum

b) pipet serologik

pipet serologik adalah contoh pipet ukur yang umum digunakan, di mana skala ukuran tertera sampai ke bagian ujung pipet. Apabila skala ukuran terhenti sebelum ujung pipet berakhir disebut pipet *Mohr*. Pipet ini digunakan untuk larutan reagen dan tidak dianjurkan untuk mengukur standar atau sampel

c) pipet semiotomatik (*fixed, adjustable*)

pipet semiotomatik umumnya tersedia dalam volume 5 – 1000 μL . Untuk volume yang besar, selain dalam bentuk pipet tersedia juga bentuk dispenser yang dipasang pada mulut botol penampung. Prinsip kerja menggunakan piston yang menghisap berdasarkan tekanan positif. Sedangkan bagian yang bersentuhan dengan cairan menggunakan ujung pipet plastik sekali pakai. Untuk pipet jenis ini perlu diperhatikan cara menekan penghisap yang benar

2) pemakaian pipet yang benar

tidak boleh memipet langsung dengan mulut. Menggunakan pipet kaca harus menggunakan alat bantu karet penghisap atau bola karet (*bulb*). Pada saat menyesuaikan volume dengan skala ukur dan mengalirkan cairan, posisi pipet harus tetap tegak lurus. Pengukuran permukaan cairan dengan skala ukur harus dilakukan pada bidang pandang sejajar mata. Untuk penggunaan pipet volumetrik, aliran tidak boleh terhalang dan saat mengalirkan cairan, ujung pipet harus menyentuh dinding wadah penampung sampai 2 detik setelah aliran terhenti. Cairan sisa tidak boleh ditiup. Sebaliknya pada penggunaan pipet ukur jenis serologik cairan sisa ditiup setelah aliran terhenti (*blow out*).

Cara menggunakan pipet semiotomatik untuk menghisap adalah dengan memegang pipet tegak lurus, kemudian menekan sampai posisi 1 dan melepaskannya kembali secara perlahan. Untuk mengeluarkan cairan, pipet dipegang tegak lurus kemudian menekan penghisap sampai posisi 2 dan melepaskannya kembali secara perlahan. Ada cara *forward* dan *reverse*.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

c. Fotometer

1) prinsip kerja

prinsip kerja fotometer adalah penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh bahan yang diperiksa. Tiap zat memiliki absorbansi pada panjang gelombang tertentu yang khas. Setelah diketahui spektrum kurva serapan suatu zat, dapat ditentukan panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi untuk zat tersebut. Panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi digunakan untuk mengukur kadar zat yang diperiksa. Banyaknya cahaya yang diabsorpsi oleh zat berbanding lurus dengan kadar zat. Untuk memastikan ketepatan pengukuran, kadar yang hendak diukur dibandingkan terhadap kadar yang diketahui (standar), setelah ditera terhadap blanko.

2) teori cahaya

spektrum panjang gelombang cahaya yang dapat ditangkap mata manusia adalah antara 380 nm (ungu) hingga 760 nm (merah), di bawah spektrum ini adalah ultraviolet (UV) dan di atas rentang ini adalah infra merah. Kecepatan cahaya merambat adalah 3×10^{10} cm/detik dan kecepatan ini konstan. Maka hubungan antara panjang gelombang (λ) frekuensi (ν) dan energi (E) adalah makin besar λ maka ν berkurang, makin pendek λ maka makin tinggi ν , jika ν makin tinggi maka E menjadi semakin besar.

Hubungan antara E , λ dan ν oleh *Planck* dijabarkan sebagai berikut :

$$E = h\nu$$

E : energi (erg)

h : konstanta Planck ($6,62 \times 10^{27}$ erg.detik)

ν : frekuensi (Hertz)

hubungan antara ν dengan λ dijabarkan sebagai berikut :

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

c : kecepatan cahaya dalam keadaan hampa udara
dari kedua persamaan tersebut dapat dibuat persamaan :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

persamaan tersebut menunjukkan bahwa E cahaya berbanding terbalik terhadap λ . Berarti makin pendek λ makin besar E yang diperlukan.

Tiap zat terdiri atas proton, neutron dan elektron, dengan elektron berada pada tingkatan energi tertentu. Perubahan dari awal ke



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

keadaan tereksitasi memerlukan energi tertentu tergantung dari konfigurasi atom zat tersebut. Energi yang ditimbulkan oleh cahaya dapat mengeksitasi elektron dari keadaan awal ke tingkat energi pertama (tereksitasi), interaksi ini disebut absorpsi. Pengukuran interaksi ini merupakan dasar spektrofotometri. Spektrofotometer mengukur banyaknya cahaya ($T = \text{transmitted light}$) setelah cahaya ($I = \text{incident light}$) melalui suatu larutan. % T = intensitas cahaya melalui larutan (T) / intensitas cahaya melalui blanko (T_b) x 100 atau :

$$\%T = \frac{T}{T_b} \times 100 \quad \text{Hukum Lambert}$$

banyak cahaya yang diserap ($A = \text{absorbansi}$) oleh larutan berbanding terbalik secara logaritmik dengan T :

$$A = -\log \frac{T}{T_b}$$

bila dianggap 100% maka :

$$A = \log 100\% - \log T\% = 2 - \log T\%$$

A berbanding lurus dengan konsentrasi zat terlarut (c), jarak tempuh cahaya melalui larutan (b), dan kemampuan zat menyerap cahaya (a), dipaparkan dengan rumus :

$$A = abc \quad \text{Hukum Beer}$$

atau dengan kata lain dengan membandingkan A larutan X (A_x) yang tidak diketahui kadarnya terhadap A larutan X yang diketahui kadarnya (A_s), diperoleh kadar X dalam larutan yang diperiksa melalui persamaan :

$$\text{Kadar } X = \frac{A_x}{A_s} \times \text{kadar standar}$$

3) komponen fotometer

komponen utama dari fotometer adalah sumber cahaya, isolator panjang gelombang (monokromator), kuvet, fotodetektor, alat baca, *recorder* dan mikroprosesor.

a) sumber cahaya

Fotometer UV/VIS memiliki dua sumber cahaya, satu untuk cahaya VIS dan satu untuk UV. Untuk sumber VIS biasanya digunakan lampu tungsten, sedangkan untuk UV lampu deuterium. Lampu tungsten yang banyak digunakan adalah tungsten halogen dan dapat menjadi sumber energi stabil untuk cahaya antara 340–950 nm, dengan usia lampu kira-kira 500 jam. Lampu UV mengandung gas, umumnya berasal



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

dari hidrogen. Lampu deuterium menghasilkan intensitas cahaya 3 hingga 5 kali lebih kuat dari lampu hidrogen.

Tungsten yang menguap selama berlangsungnya waktu pemakaian, akan melapisi permukaan gelas lampu, hingga suatu saat mengurangi energi cahaya yang terpancar. Pada lampu tungsten halogen, gas halogen tekanan rendah dan gelas lampu yang terbuat dari silika memperpanjang usia lampu, akhir-akhir ini dengan kwartz (quartz-hallogen) diperoleh sumber cahaya yang bagus dan awet dengan masa pemakaian 2000–5000 jam. Karena semua lampu memiliki usia, sebaiknya secara berkala diperiksa kelayakan lampu dan bila perlu menggantinya. Perlu pula diperhatikan bahwa permukaan bola lampu tidak boleh disentuh/dipegang. Bila perlu mengganti lampu, maka dipegang dengan kertas lensa. Cahaya yang dihasilkan oleh lampu diteruskan melalui sistem optik dan lensa serta difokuskan melalui "entrance slith" ke alat monokromator.

b) monokromator

tujuan monokromator adalah menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang yang murni. Beberapa mekanisme untuk menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu melalui filter, prisma dan *grating*. Mekanisme paling sederhana adalah filter. Ada dua jenis filter yaitu *interferensi* dan filter kaca atau filter *wratten*. Filter kaca tersusun atas beberapa lapis kaca berwarna sedemikian hingga cahaya yang dihasilkan memiliki panjang gelombang yang diinginkan. Filter *wratten* sama seperti filter kaca hanya kaca diganti oleh gelatin berwarna.

Kelebihan penggunaan filter adalah harga yang murah, kekurangannya adalah cahaya yang dihasilkan memiliki *bandwith* yang lebar. Filter interferensi mirip dengan filter kaca hanya dengan panjang gelombang tertentu yang dilewatkan.

Alat yang menggunakan filter sebagai monokromator disebut fotometer. Fotometer memiliki panjang gelombang yang tetap hingga pilihan panjang gelombang terbatas. Prisma terbuat dari gelas atau *kwartz*, prinsip kerja berdasarkan atas perbedaan indeks refleksi pada berbagai panjang gelombang. Kelemahan prisma adalah cahaya yang keluar dari prisma tidak linier, cahaya dengan panjang gelombang pendek menyimpang jauh dari cahaya dengan gelombang panjang, hingga kalibrasi panjang gelombang pada alat yang



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

menggunakan prisma harus dilakukan pada lebih dari satu panjang gelombang.

Diffraction grating tersusun atas beberapa alur yang disketsa atas kaca sedemikian hingga menghasilkan spektrum cahaya yang sejajar. Alur dibuat sedemikian rupa hingga mengurangi *stray radiant energy (SRE)*. Kelebihan *grating* adalah alat ini menghasilkan cahaya yang linier untuk semua spektrum cahaya, hingga untuk kalibrasi cukup dua panjang gelombang yang dikalibrasi, kekurangannya adalah harga yang mahal.

c) kuvet

berbagai bahan digunakan untuk pembuatan kuvet seperti kaca, plastik hingga *kwartz*. Bentuk kuvet juga bermacam-macam. Kuvet berbentuk jajaran genjang lebih tepat untuk pengukuran karena cahaya akan jatuh dengan sudut tegak lurus pada permukaan kuvet. Untuk pemeriksaan yang memerlukan UV sebaiknya digunakan kuvet dari *kwartz*. Diameter kuvet yang standar adalah 1 cm.

d) detektor

detektor yang digunakan pada alat fotometer umumnya adalah tabung fotomultiplier (*photomultiplier tube*), fotosel, atau fotodioda. Sinyal listrik yang dihasilkan detektor berbanding lurus dengan energi cahaya yang diterima detektor.

Tabung fotomultiplier adalah tabung yang mengamplifikasi energi cahaya dan mengubahnya menjadi pulsa listrik. Tabung fotomultiplier memiliki respon cepat, dan sensitifitas baik untuk VIS maupun UV.

Fotosel atau phototube memiliki katoda yang lebar yang peka cahaya dan anoda sempit yang silindris. Katoda dilapisi *caesium* (bahan yang fotosensitif) yang bila terpajan cahaya melepas elektron. Elektron yang dihasilkan terkumpul di anoda dan menghasilkan listrik.

Fotodioda adalah dioda pendeteksi cahaya (*light detecting diode*) umumnya dibuat dari silikon. Akhir-akhir ini dibuat cip silikon yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik yang cepat, tepat dengan spektrum panjang gelombang yang lebar.

Pulsa listrik yang dihasilkan detektor diteruskan ke alat baca yang umumnya berupa alat analog atau digital. Pada alat yang analog pembacaan langsung sesuai kekuatan cahaya, sedangkan pada alat digital sinyal analog dikonversi menjadi digital melalui CPU (*Central Processing Unit*).



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

e) alat baca

fungsinya adalah membaca sinyal listrik dari detektor dimana data digambarkan dalam bentuk yang bisa diinterpretasikan atau disajikan pada *display* yang dapat dibaca oleh pemeriksa. Pada alat yang analog pembacaan langsung sesuai kekuatan cahaya, sedangkan pada alat digital signal analog dikonversi menjadi digital melalui CPU (*Central Processing Unit*).

f) mikroprosesor

dengan adanya mikroprosesor dan *output software* dari kalibrator dapat disimpan dan konsentrasi sampel yang tidak diketahui secara otomatis dapat dihitung. Data dari beberapa kalibrator dapat disimpan dalam bentuk kurva kalibrasi yang utuh dan dapat dilihat dalam bentuk *display* atau dicetak.

d. sistem otomasi alat pemeriksa kimia klinik

otomasi laboratorium klinik sejalan dengan tuntutan untuk dapat memeriksa banyak uji pada banyak sampel dengan hasil yang teliti, tepat dan cepat. Caranya dengan mengotomasi banyak langkah manual. Perkembangan alat pemeriksa kimia klinik otomasi dapat dibedakan mulai dari sistem saluran tunggal, sistem pola tetap, diskrit, sistem jalan masuk acak, kluster, integrasi dan modular serta otomasi laboratorium penuh/total.

1) sistem saluran tunggal (*single channel system*)

sistem ini dinamakan juga sistem kumpulan berurutan. Prinsip dari sistem ini adalah tiap langkah manual diupayakan dilakukan oleh alat bantu yang seluruhnya dilaksanakan dalam saluran tunggal. Serum sampel dihisap berurutan dengan plastik yang digerakkan oleh pompa peristaltik, antara sampel dihisapkan gelembung udara, pencampuran serum sampel dengan reagen dimungkinkan dengan sistem kumparan (*coil*), pemisahan protein dilakukan dengan membran dialisis (*Dyalizer*) dan pemanasan dengan alat pemanas (*constant temperatur heating beat*). Pembacaan kadar oleh fotometer yang ditampilkan sebagai grafik oleh pencatat.

Kelebihan sistem ini pengerjaan relatif mudah, sampel dapat ditambahkan tiap waktu selama alat masih berjalan. Sedangkan kekurangan sistem ini adalah kecepatan memberikan hasil masih rendah yaitu 40–60 tes per jam dan perlu waktu untuk mengganti dari satu jenis uji ke uji yang lain.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- 2) sistem pola tetap (*fixed profile system*)
sistem ini berupa penggabungan beberapa saluran yang memungkinkan pemeriksaan simultan beberapa analit satu sampel.
Kelebihan sistem ini adalah banyaknya hasil terutama bila banyak tes yang sama untuk tiap sampel. Kekurangan sistem ini adalah tidak ada pilihan, walaupun tidak diminta sampel tetap dikerjakan dan sampel harus dikerjakan secara bersamaan hingga kurang sesuai bila datangnya sampel tidak bersamaan.
- 3) sistem diskrit
pada sistem ini tiap sampel diproses secara terpisah dan reaksi berlangsung pada tiap tabung tersendiri tetapi masih secara berurutan. Bagian utama dari sistem ini adalah unit persiapan, sentrifus, inkubator, kolorimeter otomatis dan printer serta pipet otomatis dari dispenser. Kelebihan sistem ini adalah ketepatan memilih uji dan reagen, waktu periksa cepat, volume sampel dan reagen sedikit. Kekurangan sistem ini adalah pengerjaan semua jenis uji untuk sampel yang sama harus bersamaan, sehingga jumlah waktu untuk seluruh uji menjadi lambat, adakalanya harus menjalankan beberapa siklus yang memboroskan kontrol dan kalibrator.
- 4) sistem jalan masuk acak (*random acces system*)
pada sistem ini analisis dikerjakan secara acak baik sampel maupun reagen. Pilihan uji dapat dikerjakan pada pilihan sampel dalam sembarangan pilihan urutan. Analisis dikerjakan secara diskrit. Pemilihan uji berdasarkan masukan pada *keyboard* atau dengan *barcode* atau dengan urutan kemasan reagen. Dengan cara demikian pergerakan mekanik dihemat dan hasil lebih cepat. Permintaan segera/CITO juga dimungkinkan.
- 5) sistem kluster dan integrasi
prinsip sistem ini adalah penggabungan beberapa alat (kluster) misalnya penggabungan beberapa alat pemeriksa kimia otomatis dari pabrik yang sama. sistem ini memerlukan modul kendali pusat yang didukung oleh sistem perangkat lunak komputer yang canggih.
- 6) Sistem modular dan otomasi laboratorium total (*TLA/Total Laboratory Automation*).
Pada sistem ini konfigurasi disusun dari beberapa komponen. Kombinasi modul ini memungkinkan hasil analitik meningkat dan memungkinkan teknologi berbeda dipergunakan untuk semua jenis pemeriksaan. Sistem ini menggabungkan otomasi laboratorium mulai dari tahap pra analitik, analitik dan pasca analitik juga didukung oleh sistem robotik dan ban berjalan.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

e. *ion selective electrode (ISE)*

1) prinsip kerja

adalah mengubah aktivitas ion dalam larutan menjadi tegangan listrik yang dapat diukur dengan *voltmeter* atau pH-meter. Tegangan listrik yang dihasilkan tergantung pada logaritma konsentrasi ion sesuai dengan rumus *Nernst*.

2) jenis elektroda

a) elektroda gelas

elektroda gelas dibuat dari formula gelas khusus yang terdiri dari SiO_2 dengan penambahan dari beberapa oksida logam. Membran dengan komposisi bervariasi dari gelas dibuat dengan selektivitas langsung untuk H^+ , Na^+ , K^+ , Li^+ , Rb^+ , Cs^+ , Ag^+ , Ti^+ dan NH_4^{+3} . Umumnya membran mempunyai ketebalan 10 – 100 μm

b) elektroda bentuk padat

elektroda bentuk padat dapat dibuat dari membran homogen yang terdiri dari kristal tunggal atau membran heterogen yang terdiri dari substansi aktif dari *inert matrix*

c) *ion-exchange electrode*

larutan *ion exchange electrode* adalah pelarut yang di dalamnya dilarutkan substansi ion selektif. Baik pelarut maupun substansi yang terlarut di dalamnya sebaiknya tidak larut dalam air dan ditempatkan pada matrix Polyvinylchlorida (PVC). Contohnya adalah larutan ion K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , H^+ , Cl^- , HCO_3^-

d) elektroda gas

elektrode gas dibuat secara khusus untuk pengukuran gas spesifik dalam larutan atau campuran gas. Contohnya adalah elektroda CO_2 dan elektroda NH_3

e) elektroda enzim

adalah variasi dari bentuk elektroda dimana elektroda dilapisi oleh lapisan enzim yang dikatalisir oleh reaksi kimia dan dapat dimonitor dengan elektroda. Respon dari enzim elektroda ini sangat kompleks karena dipengaruhi oleh kecepatan difusi dari substrat ke dalam lapisan enzim dan kecepatan reaksi dari *enzyme catalyzed*. Contoh elektroda ini adalah elektroda urea dan elektroda glukosa.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

f. *flame photometer*

- 1) prinsip *flame photometer*
adalah pengaktifan elektron pada atom oleh energi panas dari api. Elektron menjadi tidak stabil dan mengeluarkan energi yang dihasilkan diubah menjadi arus listrik yang dapat diukur pada *flame photometer*.
- 2) bagian-bagian *flame photometer*
 - a) aspirator
aspirator berfungsi untuk menarik sampel masuk ke dalam *atomizer*. Tekanan negatif yang ditimbulkan oleh aliran udara menyebabkan sampel menjadi tertarik masuk ke tabung kapiler dan selanjutnya masuk ke *atomizer*
 - b) alat penyemprot (*Atomizer*)
alat penyemprot berfungsi untuk menyebarkan larutan ke dalam bentuk uap halus dan dibebaskan ke dalam *flame*. Kekuatan aliran air menabrak daerah lintas ujung kapiler dan merubah sampel menjadi kabut halus dan selanjutnya dimasukkan ke *flame*
 - c) *flame*
setelah sampel masuk ke *flame*, larutan diuapkan dan meninggalkan serbuk garam. Fungsi dari *flame* adalah untuk menambah energi yang digunakan untuk pemecahan ikatan kimia dan merangsang atom netral
 - d) monokromator
fungsinya sama dengan yang terdapat pada spektrofotometer
 - e) detektor
fungsinya adalah mengukur intensitas dari hantaran sinyal oleh perubahan energi cahaya menjadi aliran listrik yang seimbang. Sistem detektor biasanya terdiri dari tabung fotomultiplier

g. *point of care testing* (POCT)

- 1) prinsip kerja
umumnya prinsip dasar alat ini menggunakan sel pengukuran dimana reaksi tertentu dapat berlangsung, sel ini dapat berupa matriks yang berpori, *chamber* atau suatu permukaan (*surface*). Cara pengukuran dapat secara visual, optikal atau monitoring reaksi elektrokimia yang terjadi. Umumnya pemeriksaan POCT kimia menggunakan teknologi biosensor. Dengan teknologi biosensor muatan listrik yang dihasilkan oleh interaksi kimia antara zat tertentu dalam darah dan zat kimia pada



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

reagen kering (strip) akan diukur dan dikonversi menjadi angka yang sesuai dengan jumlah muatan listrik. Angka yang dihasilkan dianggap setara dengan kadar zat yang diukur dalam darah.

2) jenis POCT

POCT pada:

- a) perawatan primer
- b) penatalaksanaan Diabetes Melitus
- c) pasien dengan nyeri dada
- d) Unit Gawat Darurat
- e) perawatan intensif

pemeriksaan yang dapat dilakukan dengan POCT :

- a) glukosa
- b) asam Urat
- c) kolesterol
- d) trigliserida
- e) laktat
- f) elektrolit
- g) analisa gas darah
- h) bikarbonat
- i) magnesium
- j) bilirubin
- k) ureum
- l) HCG

3) komponen POCT

- a) alat analiser (otomatis, atau visual)
- b) reagen (umumnya berupa reagen kering)
- c) bahan kontrol (untuk *quality control* /QC)
- d) kalibrator (berupa angka yang dimasukkan secara manual atau otomatis berupa kode cip)

4) pemeliharaan

umumnya cukup mudah dan tidak memerlukan perawatan khusus, karena bentuknya yang sangat kecil sehingga tidak memerlukan tempat yang luas. Tapi harus diperhatikan cara penyimpanannya (pengaruh suhu, kelembaban, getaran, guncangan dan benturan).

5) kelebihan dan kekurangan alat POCT

- a) kelebihan alat POCT :
 - hasilnya cepat sehingga diagnosis dapat segera ditegakkan, tindakan/pengobatan segera dapat diberikan yang akan mengurangi waktu perawatan
 - mudah digunakan sehingga dapat dilakukan oleh perawat, pasien dan keluarganya untuk monitoring pasien



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- volume sampel yang dipakai lebih sedikit
 - bisa dilakukan *bed side*
 - alat lebih kecil/tidak perlu ruangan khusus
 - bisa dibawa/*mobile*
- b) kekurangan alat POCT :
- presisi dan akurasi kurang baik bila dibandingkan dengan metode rujukan
 - kemampuan pengukuran terbatas
 - dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, hematokrit, dan dapat terjadi interferensi dengan zat tertentu
 - pra analitik sulit dikontrol bila yang melakukan bukan orang yang kompeten
 - pemantapan mutu internal kurang diperhatikan dan sulit terdokumentasi. Hasil sulit terdokumentasi, terutama bila dilakukan di rumah.

2. Pemeliharaan dan kalibrasi alat

a. Sentrifus

1) perawatan

keseimbangan diperlukan selama sentrifugasi, karena bila tidak seimbang maka akan terjadi getaran. Getaran ini akan semakin hebat pada saat terjadi percepatan dan perlambatan. Apabila hal ini terjadi selain mengakibatkan sedimen yang terbentuk dapat terurai kembali juga akan mempercepat rusaknya alat.

2) kalibrasi

kecepatan putaran sentrifus harus diperiksa paling sedikit setiap 3 bulan sekali menggunakan alat yang disebut tachometer. Tachometer ada 2 macam yaitu tachometer kontak dan tachometer optik/*phototachometer*. Tachometer kontak mengukur *rpm* dengan menempelkan alat ke bagian sentrifus yang berputar, sedangkan tachometer optik mengukur *rpm* berdasarkan pantulan permukaan yang sedang berputar. Kecepatan tidak boleh lebih dari 5% dari *rpm* yang tertera.

Apabila sentrifus memiliki pengatur waktu perlu diperiksa secara berkala dengan *stopwatch* dan tidak boleh berbeda lebih dari 10%. Sentrifus dengan pendingin perlu diperiksa suhunya setiap bulan sekali dan tidak boleh menyimpang lebih dari 0,5°C dari suhu yang diharuskan.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

b. Pipet

1) perawatan

perawatan pipet kaca harus dilakukan dengan baik. Sisa larutan terutama yang bersifat kental seperti serum, plasma atau darah harus dibersihkan dengan menggunakan deterjen dan secara berkala direndam dalam cairan pelarut protein seperti *Extran*. Apabila pipet tersumbat bekuan darah dapat direndam dalam larutan KOH 10% selama semalam. Untuk pipet semiotomatik, perawatan harian cukup dibersihkan menggunakan lap basah dan mengeringkan kembali lalu meletakkannya pada rak pipet yang tersedia. Pengeringan sebaiknya dengan cara dianginkan pada suhu kamar atau suhu inkubator ($35^{\circ}\text{--}37^{\circ}\text{C}$) dan jangan dalam suhu panas karena volume dapat berubah. Namun untuk perawatan berkala sistem piston yang terdapat dalam pipet sebaiknya diserahkan kepada teknisi dari masing-masing pabrik pembuat. Tip digunakan sekali pakai, tidak diperbolehkan untuk mencuci dan menggunakan kembali.

2) kalibrasi

sebelum menggunakan pipet sebaiknya dilakukan kalibrasi untuk mengetahui besar penyimpangan yang mungkin terjadi. Batas penyimpangan yang masih diperbolehkan untuk pemeriksaan rutin di laboratorium adalah 0,1%. Apabila kesalahan lebih dari 0,1% maka pipet tersebut tidak dapat digunakan atau diperlukan nilai konversi sesuai besar penyimpangan.

Kalibrasi pipet mikro termasuk pipet semiotomatik sedikit berbeda dengan pipet serologik atau volumetrik. Kesalahan yang masih diperkenankan apabila koefisien variasi (CV) kurang dari 5%.

c. fotometer

1) perawatan

beberapa hal yang perlu diperhatikan :

- a) gunakan lampu yang sesuai dengan fotometer
- b) tegangan listrik harus stabil
- c) hidupkan alat terlebih dahulu selama 5–30 menit (tergantung jenis/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 cahaya. Bagian



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

tersebut harus bersih, tidak ada bekas tangan/goresan ataupun embun

- f) isi kuvet harus cukup sehingga seluruh cahaya dapat melalui isi kuvet
- g) tidak boleh ada gelombang 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

2) kalibrasi

beberapa hal yang perlu dikalibrasi pada fotometer:

a) ketepatan panjang gelombang

yang dimaksud dengan ketepatan panjang gelombang adalah bahwa panjang gelombang cahaya yang dihasilkan alat sesuai dengan yang dinyatakan pada monitor/layer. Untuk memastikan ketepatan panjang gelombang, digunakan filter khusus atau larutan zat yang memiliki puncak serapan yang tajam dan tertentu.

Beberapa cara untuk menguji ketepatan panjang gelombang:

- dengan warna sinar
- kalibrasi berdasarkan pengamatan warna, hasilnya kurang teliti. Toleransi yang masih dianggap baik adalah ± 5 nm
- dengan lampu deuterium
- dengan filter didynium atau holmium oxide
- dengan standar filter bersertifikat

b) linearitas

yang dimaksud dengan linearitas fotometer adalah kemampuan metode analisis suatu sistem pemeriksaan yang memberikan respon proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel.

Bila fotosel mampu menghasilkan pulsa listrik yang sesuai dengan perubahan intensitas cahaya maka akan terbentuk garis lurus. Hasil yang nonlinear dapat disebabkan oleh detektor, atau amplifier atau alat baca. Uji sederhana yang umum dilakukan adalah dengan membuat kurva tera larutan ammonium sulfat.

c) cahaya nyasar (*stray light*)

cahaya nyasar adalah cahaya di luar cahaya dengan panjang gelombang yang diinginkan yang sampai pada detektor. Cahaya nyasar mengakibatkan absorbansi lebih rendah dari



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

yang seharusnya sehingga mengakibatkan hubungan nonlinear antara absorbansi dengan kadar. Untuk menguji diperlukan filter dengan nilai T yang telah diketahui, bila hasil T lebih dari yang tertera pada kaca filter maka terdapat cahaya nyasar.

d. *point of care testing* (POCT)

setiap alat POCT biasanya sudah dilengkapi dengan kalibrator dari pabrik pembuatnya, yang dapat berupa kode (nomor) yang dapat berupa cip atau dimasukkan secara manual.

B. Reagen

1. Jenis Reagen

- a. reagen kimia basah (*wet chemistry*)
bentuknya bisa berupa liofilisat, bubuk dan siap pakai
- b. reagen kimia kering (*dry chemistry*)
bentuknya bisa berupa cip, *strip*, *catridge* yang siap pakai.
Perlu diperhatikan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing jenis reagen

2. Kondisi Reagen

Hal yang perlu diperhatikan pada reagen sebelum melakukan pemeriksaan antara lain:

- a. ijin edar dari Kementerian Kesehatan RI
- b. etiket/label/wadah
- c. perhatikan tanggal produksi, nomor *batch* reagen
- d. batas kadaluarsa
- e. perhatikan stabilitas reagen. Untuk reagen yang sudah dibuka masa stabilitasnya menjadi lebih pendek dari reagen yang belum dibuka
- f. keadaan fisik dari reagen
- g. kemasan harus dalam keadaan utuh, isi tidak mengeras dan tidak ada perubahan warna
- h. suhu penyimpanan.

3. Bahan kontrol

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



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

a. bahan kontrol dapat dibedakan berdasarkan :

- 1) sumber bahan kontrol
ditinjau dari sumbernya, bahan kontrol dapat berasal dari manusia, binatang atau merupakan bahan kimia murni
- 2) bentuk bahan kontrol
menurut bentuknya, bahan kontrol ada bermacam-macam yaitu bentuk cair, bentuk padat bubuk (líoofilisat) dan bentuk strip. Bahan kontrol bentuk padat bubuk atau bentuk strip harus dilarutkan terlebih dahulu sebelum digunakan

b. jenis bahan kontrol

- 1) buatan sendiri
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*). Serum kumpulan 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 dan laboratorium mengetahui asal bahan kontrol. Kekurangan dari serum kumpulan adalah merepotkan analisis untuk membuatnya, harus membuat kumpulan khusus untuk enzim, 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

- 2) buatan pabrik (komersial)

- 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



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

kontrol jenis ini ialah lebih tahan lama, bisa digunakan untuk semua tes, tidak perlu membuat sendiri, analisis statistik dilakukan satu kali pertahun. Kekurangan bahan kontrol adalah kadang ada variasi dari botol ke botol ditambah kesalahan pada rekonstitusi, sering serum diambil dari hewan yang mungkin tidak sama dengan serum manusia.

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. Untuk laboratorium kecil, penggunaan bahan kontrol ini ada baiknya karena bila membuat sendiri dengan serum akan mahal dan penentuan analisis statistiknya lebih sukar dan mahal. Bila diinginkan, bahan kontrol ini dapat digunakan disamping bahan kontrol *unassayed* setiap 2-4 minggu. Bahan kontrol ini dapat digunakan untuk kontrol akurasi. Selain itu, bahan kontrol *assayed* diperlukan untuk menilai alat dan cara baru.

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

- harus memiliki komposisi sama atau mirip dengan spesimen misalnya untuk pemeriksaan urin digunakan bahan kontrol urin atau zat yang menyerupai urin
- komponen yang terkandung di dalam bahan kontrol harus stabil, artinya selama masa penyimpanan bahan ini tidak boleh mengalami perubahan
- hendaknya disertai dengan sertifikat analisa yang dikeluarkan oleh pabrik yang bersangkutan pada bahan kontrol jadi (komersial).

Bahan kontrol yang dianjurkan adalah buatan pabrik (komersial) hal-hal yang harus diperhatikan:

- masa kadaluarsa
- stabilitas bahan kontrol
- penanganan bahan kontrol yang benar
- penyimpanan bahan kontrol
- kadar analit (normal, rendah, tinggi).

4. Bahan standar

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



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- a. bahan standar primer
- standar primer merupakan zat termurni dalam kelasnya, yang menjadi standar untuk semua zat lain. Standar primer umumnya mempunyai kemurnian lebih dari 99%, bahkan banyak yang kemurniannya 99,9%. Kemurnian standar primer dapat dilihat dari sertifikat analisis. Syarat standar primer:
- 1) stabil
 - 2) dapat dibakar sampai suhu 105°C - 110°C tanpa perubahan kimia, atau tidak meleleh, tersublimasi, terdekomposisi atau mengalami reaksi kimia sampai suhu 120°C - 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
- b. bahan standar sekunder
- Bahan standar sekunder merupakan zat yang konsentrasi dan kemurniannya ditetapkan melalui analisis dengan perbandingan terhadap standar primer.

5. *Kit Insert*

Sebelum melakukan pemeriksaan harus dibaca dan diperhatikan petunjuk yang tertera di dalam *kit insert* dalam Bahasa Indonesia, merupakan acuan untuk melaksanakan pemeriksaan.

6. Kalibrator

Kalibrator digunakan untuk mengkalibrasi alat.

Syarat-syarat kalibrator:

- a. harus diterima dalam keadaan dingin
- b. penanganan, penyimpanan dan pemakaian harus sesuai dengan petunjuk pabrik.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

C. SPESIMEN

1. Persiapan Pasien

a. Persiapan Pasien Secara Umum

- 1) persiapan pasien untuk pengambilan spesimen pada keadaan basal:
 - a) untuk pemeriksaan tertentu pasien harus puasa selama 8–12 jam sebelum diambil darah
 - b) pengambilan spesimen sebaiknya pagi hari antara pukul 07.00 - 09.00

Tabel 1. Pemeriksaan Yang Perlu 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
ApoB	Dianjurkan Puasa 12 jam

- 2) menghindari obat-obat sebelum spesimen diambil
 - a) untuk pemeriksaan dengan spesimen darah, tidak minum obat 24 jam sebelum pengambilan spesimen
 - b) apabila pemberian pengobatan tidak memungkinkan untuk dihentikan, harus diinformasikan kepada petugas laboratorium contoh: sebelum pemeriksaan gula 2 jam pp pasien minum obat antidiabetes
- 3) menghindari aktifitas fisik/olahraga sebelum spesimen diambil



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- 4) memperhatikan posisi tubuh untuk menormalkan keseimbangan cairan tubuh dari perubahan posisi, dianjurkan pasien duduk tenang sekurangnya 15 menit sebelum diambil darah.
- 5) 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.

b. faktor pada pasien yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan

1) diet

makan dan minum dapat mempengaruhi hasil beberapa jenis pemeriksaan, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya: 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 sekurangnya 12 jam.

2) obat

obat-obat yang diberikan baik secara oral maupun cara lainnya akan menyebabkan terjadinya respon tubuh terhadap obat tersebut. Di samping itu pemberian obat secara intramuskuler 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 Kreatin Kinase (CK) dan Laktat Dehidrogenase (LDH). Obat-obat yang sering digunakan dan dapat mempengaruhi pemeriksaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 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 Elektrolit
Kafein	Sama dengan diuretik
Thiazid	▪ glukosa darah ▪ tes toleransi glukosa ▪ ureum darah



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Jenis Obat	Pemeriksaan Yang Dipengaruhi
Pil KB (hormon)	Kadar hormon
Morfin	Enzim hati (GOT, GPT)
Phenobarbital	Gamma GT
Obat antidiabetika	▪ glukosa darah ▪ glukosa urine
Kortikosteroid	Tes toleransi glukosa

- 3) 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.
Perubahan lambat terjadi pada lipoprotein, aktivitas beberapa enzim, hormon, vitamin, dan logam berat.
- 4) 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 α -glutamyltransferase, AST, ALT, trigliserida dan kortisol.
- 5) aktivitas fisik
aktivitas fisik dapat menyebabkan terjadinya pemindahan cairan tubuh antara kompartemen di dalam pembuluh darah dan interstisial, kehilangan cairan karena berkeringat dan perubahan kadar hormon. Akibatnya akan terdapat perbedaan yang besar antara kadar gula darah di arteri dan vena serta terjadi perubahan konsentrasi gas darah, kadar asam urat, kreatinin, aktivitas CK, AST dan LDH.
- 6) ketinggian/*attitude*
beberapa parameter pemeriksaan menunjukkan perubahan yang nyata sesuai dengan tinggi rendahnya daratan terhadap permukaan laut. Parameter tersebut adalah CRP, β_2 -globulin, dan asam urat. Adaptasi terhadap perubahan ketinggian daratan memerlukan waktu harian hingga berminggu-minggu.
- 7) demam
pada waktu demam akan terjadi:
 - a) peningkatan gula darah pada tahap permulaan, dengan akibat terjadi peningkatan kadar insulin yang akan menyebabkan terjadinya penurunan kadar gula darah pada tahap lebih lanjut.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- b) Terjadi penurunan kadar kolesterol dan trigliserida pada awal demam karena terjadi peningkatan metabolisme lemak, dan terjadi peningkatan asam lemak bebas dan benda keton karena penggunaan lemak yang meningkat pada demam yang sudah lama.
- 8) trauma
trauma dengan luka perdarahan akan menyebabkan peningkatan kadar ureum dan kreatinin serta enzim yang berasal dari otot.
- 9) variasi ritme sirkadian
pada tubuh manusia terjadi perbedaan kadar zat tertentu dalam tubuh dari waktu ke waktu yang disebut dengan variasi ritme sirkadian. 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:
- a) besi serum, kadar besi serum yang diambil pada sore hari akan lebih tinggi daripada pagi hari
 - b) 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
 - c) enzim, aktivitas enzim yang diukur akan berfluktuasi disebabkan oleh kadar hormon yang berbeda dari waktu ke waktu
 - d) kortisol, kadarnya lebih tinggi pada pagi hari dibandingkan pada malam hari
 - e) 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.
- 10) umur
fosfatase alkali, kolesterol total dan kolesterol LDL akan berubah dengan pola tertentu sesuai dengan pertambahan umur.
- 11) ras
aktivitas CK orang kulit hitam Amerika lebih rendah daripada orang kulit putihnya. Keadaan serupa dijumpai pada ras bangsa



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

lain seperti seperti perbedaan aktivitas amilase, kadar vitamin B12 dan lipoprotein.

12) jenis kelamin

berbagai kadar dan aktivitas zat dipengaruhi oleh jenis kelamin. Kadar besi serum 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.

13) 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.

Setiap kehamilan akan terjadi perubahan kadar hormon kelenjar tiroid, elektrolit, besi dan feritin, protein total dan albumin, lemak dan aktivitas fosfatase alkali.

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.

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

2. Pengambilan Spesimen

a. peralatan

secara umum peralatan yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat :

- 1) bersih
- 2) kering
- 3) tidak mengandung bahan kimia atau deterjen
- 4) terbuat dari bahan yang tidak mengubah zat yang ada pada spesimen
- 5) mudah dicuci dari bekas spesimen sebelumnya



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

b. wadah

wadah spesimen harus memenuhi syarat:

- 1) terbuat dari gelas atau plastik
- 2) tidak bocor atau tidak merembes
- 3) harus dapat ditutup rapat dengan tutup berulir
- 4) besar wadah disesuaikan dengan volume spesimen
- 5) bersih
- 6) kering
- 7) tidak mempengaruhi sifat zat dalam spesimen
- 8) tidak mengandung bahan kimia atau deterjen
- 9) untuk pemeriksaan zat dalam spesimen yang mudah rusak atau terurai karena pengaruh sinar matahari, maka perlu digunakan botol berwarna coklat (inaktif).

c. antikoagulan

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

Beberapa spesimen memerlukan bahan tambahan berupa bahan antikoagulan. Kesalahan dalam pemberian antikoagulan dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan. Antikoagulan yang dipakai harus memenuhi persyaratan yaitu tidak mengganggu atau mengubah kadar zat yang akan diperiksa.

Beberapa antikoagulan yang dipakai pada pemeriksaan kimia klinik antara lain:

1) heparin

antikoagulan ini yang paling banyak digunakan pada pemeriksaan kimia klinik. Antikoagulan ini bekerja dengan menghambat pembentukan protrombin menjadi trombin dan pembentukan fibrinogen menjadi fibrin. Konsentrasi yang umum digunakan adalah 0,2 mg/mL darah.

Kalsium sitrat heparin dengan konsentrasi 40–60 IU/mL darah (heparin kering) dan 8–12 IU/mL darah (heparin cair) direkomendasikan untuk penentuan ion kalsium

2) EDTA (*Ethylene diamine tetraacetic acid*)

digunakan dalam bentuk Dipotasium (K_2), Tripotasium (K_3) dan Disodium (Na_2). Antikoagulan ini lebih banyak digunakan pada pemeriksaan hematologi. Konsentrasi yang digunakan adalah 1-2 mg/mL darah.

3) Na Fluoride–Oksalat

antikoagulan ini banyak dipakai pada pemeriksaan gula darah
Konsentrasi: 4,5 mg/mL darah.

d. waktu

sebaiknya pengambilan spesimen dilakukan pada pagi hari.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- e. lokasi
sebelum mengambil spesimen, harus ditetapkan terlebih dahulu lokasi pengambilan yang tepat sesuai dengan jenis pemeriksaan yang diminta.
- f. volume
volume spesimen yang diambil harus mencukupi kebutuhan pemeriksaan laboratorium yang diminta atau dapat mewakili objek yang diperiksa.
- g. teknik
pengambilan spesimen harus dilaksanakan dengan cara yang benar, agar spesimen tersebut mewakili keadaan yang sebenarnya.

Hal paling penting saat penerimaan spesimen adalah pemberian identitas. Pemberian identitas dilakukan terhadap pasien dan spesimen, yaitu pada saat pengisian surat pengantar/formulir permintaan pemeriksaan, pendaftaran, pengisian label wadah spesimen.

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

- a. tanggal permintaan
- b. tanggal dan jam pengambilan spesimen
- c. identitas pasien
- d. identitas dari yang meminta pemeriksaan
- e. nomor laboratorium
- f. diagnosis/keterangan klinik
- g. obat-obat yang telah diberikan dan lama pemberian
- h. pemeriksaan laboratorium yang diminta
- i. jenis spesimen
- j. volume spesimen
- k. nama pengambil spesimen.

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

- a. tanggal pengambilan spesimen
- b. nama dan nomor pasien
- c. jenis spesimen

3. Pengolahan spesimen

Beberapa contoh pengolahan spesimen sebagai berikut:

- a. darah (*whole blood*)
darah yang diperoleh ditampung dalam tabung yang telah berisikan antikoagulan yang sesuai, kemudian dihomogenisasi dengan cara



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

membolak-balik tabung kira-kira 10–12 kali secara perlahan dan merata.

b. serum

- 1) biarkan darah membeku terlebih dahulu pada suhu kamar selama 20 - 30 menit, kemudian disentrifus 3000 *rpm* selama 5–15 menit.
- 2) pemisahan serum dilakukan kurang dari 2 jam setelah pengambilan spesimen, kecuali untuk pemeriksaan gula darah pemisahan dilakukan kurang dari 30 menit setelah darah membeku.
- 3) serum yang memenuhi syarat harus tidak kelihatan merah dan keruh (lipemik)

c. plasma

- 1) campur darah dengan antikoagulan (EDTA, heparin atau NaF) dengan segera secara perlahan.
- 2) pemisahan plasma dilakukan kurang dari 2 jam setelah pengambilan spesimen, kecuali untuk pemeriksaan gula darah pemisahan dilakukan kurang dari 30 menit setelah darah membeku.
- 3) plasma yang memenuhi syarat harus tidak kelihatan merah dan keruh (lipemik).

4. Penyimpanan spesimen

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

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.

Beberapa cara penyimpanan spesimen:

- a. disimpan pada suhu kamar
- b. disimpan dalam lemari es dengan suhu 2°-8°C
- c. dibekukan pada suhu -20°C, -70°C atau -120°C (jangan sampai terjadi beku ulang)
- d. penyimpanan spesimen darah sebaiknya dalam bentuk serum.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Pengiriman spesimen

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

Untuk itu perlu diperhatikan persyaratan pengiriman spesimen antara lain:

- waktu pengiriman jangan melampaui masa stabilitas spesimen
- tidak terkena sinar matahari langsung
- kemasan harus memenuhi syarat keamanan kerja laboratorium termasuk pemberian label yang bertuliskan "*Bahan Pemeriksaan Infeksius*"
- suhu pengiriman harus memenuhi syarat.

III. ANALITIK

A. ALAT / ALT (GPT)

1. Definisi

Alanin Aminotransferase (ALAT/ALT) dahulu lebih sering disebut dengan Glutamik Piruvik Transaminase (GPT), merupakan enzim tubuh intraseluler yang sangat penting, mengkatalis perubahan asam alfa keto menjadi asam amino dengan cara transfer gugus amino.

ALAT banyak terdapat dalam sel hati, dan ditemukan juga dalam jumlah yang tidak terlalu banyak dalam sel parenkim ginjal, otot jantung dan otot rangka, pankreas, limpa dan paru.

Pemeriksaan secara bersama ALAT dan ASAT dipakai untuk membedakan kerusakan hati dari otot jantung dan otot rangka.

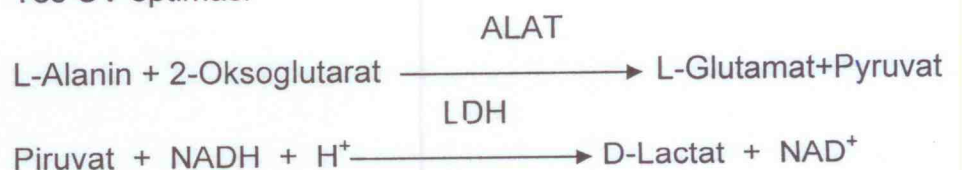
Umumnya secara khas ALAT lebih tinggi daripada ASAT pada hepatitis virus atau toksik akut, sedangkan pada hepatitis kronik ASAT lebih tinggi daripada ALAT.

Rasio ASAT/ALAT < 1 indikasi kerusakan hati ringan dan rasio ASAT/ALAT > 1 berkaitan dengan penyakit hati yang kronis dan berat.

2. Metode dan Prinsip

- standar WHO/IFCC

metode : Tes UV optimasi





MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

prinsip : ALAT mengkatalis transfer gugus amino dari L-Alanine ke 2-Oxoglutarate menjadi L-Glutamate dan Pyruvat. Pyruvat selanjutnya mengalami reduksi dan terjadi oksidasi NADH menjadi NAD⁺ dengan bantuan enzim Lactate Dehidrogenase. Hasil penurunan serapan (absorbans) pada λ 340 nm sesuai dengan aktivitas alat

- b. yang banyak digunakan saat ini sama dengan standar metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) spesimen pilihan serum (dari darah yang tidak hemolisis)
 - 2) dapat juga menggunakan plasma heparin atau EDTA
- b. cara pengambilan
 - 1) darah kapiler
 - 2) darah vena
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) pada suhu 4° - 8°C stabil selama 7 hari
 - 2) pada suhu 20° - 25°C stabil selama 7 hari
 - 3) pada suhu -20°C stabil selama 7 hari.

4. Linearitas

Linearitas 4–600 U/L

5. Limitasi

- a. temperatur pemeriksaan pilihan adalah 37°C. Pemilihan pada suhu lebih rendah akan memberikan hasil yang lebih rendah. Pada temperatur 30°C faktor konversi 0,69 dan temperatur 25°C faktornya 0,51.
- b. pemeriksaan tidak terganggu oleh bilirubin (< 40 mg/dL), hemoglobin (< 400 mg/dL) dan trigliserida (< 2000 mg/dL).

6. Nilai Rujukan

Tabel 3. Nilai Rujukan ALAT/ALT (GPT)

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μKat/L)
IFCC, dengan P-5'-P, 37°C	Bayi baru lahir -12 bl	Lk	13 – 45	0,017	0,22 – 0,77
		Pr	13 – 45		0,22 – 0,77
	12 bl – 60 th	Lk	10 – 40		0,17 – 0,68
		Pr	7 – 35		0,12 – 0,60
	60 – 90 th	Lk	13 – 40		0,22 – 0,68
		Pr	10 – 28		0,17 – 0,48
	> 90 th	Lk	6 – 38		0,10 – 0,65
		Pr	5 – 24		0,09 – 0,41
SCE, 37°C			5 – 30		0,09 – 0,51
SMAC, 37°C	Dewasa	Lk	25,9 ± 30,5		0,44 ± 0,52
		Pr	17,6 ± 12,4		0,30 ± 0,21

B. ALBUMIN

1. Definisi

Albumin adalah bagian utama dari protein plasma yang berfungsi mempertahankan tekanan onkotik didalam darah, membawa beberapa bahan seperti bilirubin, asam lemak, kalsium dan obat dalam darah. Albumin merupakan protein yang paling banyak ditemukan dalam plasma (55–65% dari total protein), sumber nutrisi, dan bagian dari suatu sistem bufer kompleks. Albumin digunakan untuk evaluasi status nutrisi, albumin hilang pada penyakit akut, penyakit hati, penyakit ginjal dengan proteinuria, perdarahan, luka bakar, eksudat dan perdarahan saluran cerna dan penyakit kronis lainnya.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

- metode

:

Bromcresol green dye
- prinsip

:

Pada pH 4.1, albumin menunjukkan sifat kation yang akan berikatan dengan *bromcresol green* (BCG) suatu pewarna anion sehingga terbentuk kompleks berwarna biru-hijau.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Intensitas warna biru-hijau sesuai dengan konsentrasi albumin yang diukur dengan fotometer.

Albumin + BCG $\longrightarrow$ Albumin BCG kompleks

- b. yang banyak digunakan saat ini sama dengan standar metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) serum
 - 2) plasma
 - a) K2-EDTA
 - b) Li-heparin
- b. cara pengambilan darah vena
- c. cara Penyimpanan (stabilitas)
 - 1) suhu 20° - 25°C stabil selama 2,5 bulan
 - 2) suhu 2° - 8°C stabil selama 5 bulan
 - 3) suhu (-15°) - (-25°)C stabil selama 4 bulan

4. Linearitas

2–60 g/L

5. Limitasi

- a. pemeriksaan tidak terganggu pada kadar bilirubin konjugasi dan unkonjugasi 1026 $\mu\text{mol/L}$ (60 mg/dL)
- b. pada hemolisis pemeriksaan sampai dengan kadar hemoglobin 621 $\mu\text{mol/L}$ (1000 mg/dL)
- c. sampel lipemik mempengaruhi hasil pembacaan
- d. spesifisitas menurun pada albumin kadar rendah dan globulin kadar tinggi.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

6. Nilai Rujukan

Tabel 4. Nilai Rujukan Albumin

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (g/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (g/L)
Bromcressol Green Dye-Binding	0 – 4 hr	2,8 – 4,4	10	28 – 44
	4 hr – 14 th	3,8 – 5,4		38 – 54
	14 – 18 th	3,2 – 4,5		32 – 45
	18 – 60 th	3,4 – 4,8		34 – 48
	60 – 90 th	3,2 – 4,6		32 – 46
	> 90 th	2,9 – 4,5		29 – 45

C. ASAT/AST (GOT)

1. Definisi

Aspartat Aminotransferase (ASAT/AST) dahulu lebih sering disebut dengan Glutamik Oksalasetik Transaminase (GOT), merupakan enzim tubuh intraseluler yang sangat penting, mengkatalis perubahan asam alfa keto menjadi asam amino dengan cara transfer gugus amino.

ASAT banyak terdapat dalam sel otot jantung, hati, ginjal, otot rangka dan sel darah merah. Kerusakan pada jaringan atau organ tersebut dapat mengakibatkan meningkatnya enzim ASAT dalam darah.

Pemeriksaan secara bersama ALAT dan ASAT dipakai untuk membedakan kerusakan hati dari otot jantung dan otot rangka. Umumnya secara khas ALAT lebih tinggi daripada ASAT pada hepatitis virus atau toksik akut, sedangkan pada hepatitis kronik ASAT lebih tinggi daripada ALAT.

Rasio ASAT/ALAT <1 indikasi kerusakan hati ringan dan rasio ASAT/ALAT > 1 berkaitan dengan penyakit hati yang kronis dan berat.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

2. Metode dan Prinsip

a. Standar WHO/IFCC

metode : Tes UV optimasi

prinsip :

$$\text{L-Aspartat} + 2\text{-Oksoglutarat} \xrightarrow[\text{MDH}]{\text{ASAT}} \text{L-Glutamat} + \text{Oksaloasetat}$$
$$\text{Oksaloasetat} + \text{NADH} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{L-Malat} + \text{NAD}^+$$

ASAT mengkatalis transfer gugus amino dari L-Aspartat ke 2-Oksoglutarat menjadi L-Glutamat dan Oksaloasetat. Oksaloasetat selanjutnya mengalami reduksi dan terjadi oksidasi NADH menjadi NAD^+ dengan bantuan enzim Malat Dehidrogenase. Hasil penurunan serapan (absorbans) pada λ 340 nm sesuai dengan aktivitas ASAT.

b. yang banyak digunakan saat ini
sama dengan metode standar WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) spesimen pilihan serum (dari darah yang tidak hemolisis)
- 2) dapat juga menggunakan plasma heparin atau EDTA

b. cara pengambilan

- 1) darah vena (pilihan utama)
- 2) darah kapiler

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) pada suhu $4^\circ - 8^\circ\text{C}$ stabil selama 7 hari
- 2) pada suhu $20^\circ - 25^\circ\text{C}$ stabil selama 4 hari
- 3) pada suhu -20°C stabil selama 3 bulan.

4. Linearitas

Linear sampai 4–600 U/L

5. Aktivitas

- a. temperatur pemeriksaan pilihan adalah 37°C . Pemilihan pada suhu lebih rendah akan memberikan hasil yang lebih rendah. Pada temperatur 30°C faktor konversi 0,69 dan temperatur 25°C faktornya 0,51.
- b. pemeriksaan tidak terganggu oleh bilirubin ($< 40 \text{ mg/dL}$), dan trigliserida ($< 2000 \text{ mg/dL}$).



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- c. hasil pemeriksaan akan tinggi apabila serum mengandung eritrosit atau hemolisis.

6. Nilai Rujukan

Tabel 5. Nilai Rujukan ASAT/AST (GOT)

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μKat/L)
UV Optimasi, 30°C	Bayi baru lahir		25 – 75	0,017	0,43 – 1,28
	Infant		15 – 60		0,26 – 1,02
	Dewasa		8 – 20		0,14 – 0,34
	> 60 th	Lk	11 – 26		0,19 – 0,44
		Pr	10 – 20		0,17 – 0,34
IFCC, dengan P-5'-P, 37°C	0 – 10 hr		47 – 150		0,80 – 2,55
	10 hr – 24 bl		9 – 80		0,15 – 1,36
	24 bl – 60 th	Lk	15 – 40		0,26 – 0,68
		Pr	13 – 35		0,22 – 0,60
	60 – 90 th	Lk	19 – 48		0,32 – 0,82
		Pr	9 – 36		0,15 – 0,61
	> 90 th	Lk	11 – 38		0,19 – 0,65
		Pr	18 – 30		0,31 – 0,51
IFCC, dengan P-5'-P, 30°C	Dewasa		10 – 30		0,17 – 0,51
SCE, 37°C	Dewasa		7 – 31		0,12 – 0,53
SMAC, 37°C		Lk	25,6 ± 19,5		0,44 ± 0,33
		Pr	20,4 ± 7,8		0,35 ± 0,13
DGKC, 25°C			7 – 18		0,12 – 0,31

D. BILIRUBIN TOTAL DAN BILIRUBIN DIREK

1. Definisi

Bilirubin merupakan hasil penguraian hemoglobin oleh sistem retikuloendotelial dan dibawa di dalam plasma menuju hati untuk melakukan proses konjugasi (secara langsung), untuk membentuk



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

bilirubin diglukuronida dan diekskresikan ke dalam empedu. Bilirubin yang terkonjugasi (direk) dapat larut dalam air dan bereaksi langsung, sedangkan yang tak terkonjugasi (indirek) tidak larut dalam air karena terikat pada albumin. Nilai bilirubin total di dapatkan dengan melepaskan ikatan albumin pada bilirubin indirek sehingga dapat larut dalam air dan dapat bereaksi.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Jendrassik dan Grof
prinsip : Bilirubin total bereaksi dengan asam sulfanilat yang diazotisasi dengan kafein menjadi zat warna azo. Bilirubin direk dapat ditunjukkan dengan reaksi diazotisasi dalam suasana asam, sedangkan bilirubin indirek tidak bereaksi.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Diazo Sulfanilat
prinsip : Sulfanilic Acid dengan sodium nitrit membentuk diazotized sulfanilic Acid (DSA). Bilirubin bereaksi dengan diazotized sulfanilic acid membentuk azobilirubin yang akan menyerap cahaya pada λ 546 nm.
 $\text{Sulfanilic acid} + \text{sodium nitrite} \rightarrow \text{diazotized sulfanilic acid (DSA)}$
 $\text{Bilirubin} + \text{DSA} \rightarrow \text{azobilirubin direk}$
 $\text{Bilirubin} + \text{DSA} + \text{akselerator} \rightarrow \text{azobilirubin total}$

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) serum
 - 2) plasma
 - a) EDTA
 - b) Heparin
- b. cara pengambilan
 - 1) darah vena (pilihan utama)
 - 2) darah kapiler
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) suhu kamar ($20^{\circ}\text{--}25^{\circ}\text{C}$) selama < 2 jam
 - 2) suhu $2^{\circ}\text{--}8^{\circ}\text{C}$ selama 3 hari
 - 3) suhu -20°C selama 3 bulan
 - 4) tidak boleh terpapar dengan cahaya.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

4. Linearitas

Metode Jendrassik & Grof : sampai dengan 25 mg/dL
Metode Diazo Sulfanilat : sampai dengan 20 mg/dL

5. Limitasi

- harus segera dikerjakan karena tidak stabil dalam suhu kamar
- serum tidak boleh terkena cahaya pada saat dianalisa
- sampel tidak boleh hemolisis
- bila serum lipemik gunakan blanko sampel
- obat yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan bilirubin
 - menurunkan nilai bilirubin :
barbiturat, aspirin, penisilin, kafein
 - meningkatkan nilai bilirubin :
antibiotik, diuretik, isoniazid (INH), sulfonamid, diazepam (valium),
narkotika, barbiturat, steroid, kontrasepsi oral, vitamin A, C, K
dan tolbutamid.

6. Nilai Rujukan

- bilirubin total

Tabel 6. Nilai Rujukan Bilirubin Total

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)		Faktor konversi	Satuan internasional (μmol/L)	
Diazo Sulfanilat		Prematur	Matur	17,1	Prematur	Matur
	Tali Pusat	< 2,0	< 2,0		< 34	< 34
	0 – 1 hr	< 8,0	1,4 – 8,7		< 137	24 - 149
	1 – 2 hr	< 12,0	3,4 – 11,5		< 205	58 - 197
	3 – 5 hr	< 16,0	1,5 – 12,0		< 274	26 - 205
	> 5 hr - 60 th	0,3 – 1,2			5 – 21	
	60 – 90 th	0,2 – 1,1			3 – 19	
	> 90 th	0,2 – 0,9			3 – 15	

- bilirubin direk

Tabel 7. Nilai Rujukan Bilirubin Direk

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (μmol/L)
Diazo Sulfanilat	Dewasa	< 0,2	17, 1	< 3,4



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

7. Nilai kritis

Umur < 1 tahun ≥ 15 mg/dL

Catatan : Pengukuran bilirubin pada neonatus dengan menggunakan Bilirubinometer bukan untuk mengukur bilirubin total secara langsung tetapi mengukur indeks ikterus.

E. GAMMA GLUTAMIL TRANSFERASE (GAMMA-GT)

1. Definisi

Gamma-GT merupakan suatu enzim yang banyak ditemukan terutama dalam hati dan ginjal. Kuantitas yang lebih rendah ditemukan dalam limpa, kelenjar prostat dan otot jantung. Gamma-GT merupakan uji yang sensitif untuk menentukan disfungsi hati (mendeteksi beragam jenis penyakit parenkim hati).

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Szasz γ -GT pada suhu 37°C

prinsip : L- γ -glutamil-3-karboksi-4-nitroanilida + glisilglisin $\rightarrow$ L- γ -glutamil-glisilglisin + 5-amino-2-nitro-benzoat.

Nilai 5-amino-2-nitro-benzoat yang terbentuk sebanding dengan aktifitas γ -GT dalam sampel yang diukur pada λ 405 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini

sama dengan metode standar WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum (pilihan utama)
- 2) plasma EDTA

b. cara pengambilan

- 1) darah vena
- 2) darah kapiler (untuk neonatus dan bayi)

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) suhu 20°-25°C selama 1 hari
- 2) suhu 4°C selama 7 hari
- 3) suhu -20°C selama 2 bulan sampai 1 tahun.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

4. Linearitas

Maksimum pembacaan sampai dengan 1000 U/L

5. Aktivitas dan interpretasi hasil

- sampel tidak boleh hemolisis
- obat-obat yang dapat mempengaruhi (meningkatkan) nilai Gamma-GT yaitu aminoglikosida, fenitoin (dilantin), fenobarbital, warfarin/koumarin
- kadar serum akan meningkat pada awal kerusakan hati dan akan tetap meningkat selama ada kerusakan sel
- konsumsi alkohol dapat meningkatkan kadar Gamma-GT. Kadar akan tinggi terjadi 12-24 jam setelah konsumsi alkohol dalam jumlah yang banyak, kadar akan tetap meningkat beberapa hari sampai beberapa minggu setelah berhenti minum alkohol
- dalam reaksi kinetik, plasma dengan antikoagulan (Citrat,oxalat,NaF) dapat menghambat aktifitas γ -GT sebesar 10 – 15%.

6. Nilai Rujukan

Tabel 8. Nilai Rujukan Gamma Glutamil Transferase (Gamma-GT)

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μ Kat/L)
Szasz, 37°C	Tali pusat		11 – 194	0,017	0,19 – 3,30
	0 – 1 bl		0 – 151		0,00 – 2,57
	1 – 2 bl		0 – 114		0,00 – 1,94
	2 – 4 bl		0 – 81		0,00 – 1,38
	4 – 7 bl		0 – 34		0,00 – 0,58
	7 – 12 bl		0 – 23		0,00 – 0,39
	1 – 2 th		0 – 24		0,00 – 0,41
	2 – 5 th		1 – 20		0,02 – 0,34
	5 – 10 th		3 – 22		0,05 – 0,37
	10 – 15 th	Lk	3 – 25		0,05 – 0,43
		Pr	3 – 20		0,05 – 0,34
	Dewasa	Lk	2 – 30		0,03 – 0,51
		Pr	1 – 24		0,02 – 0,41
SCE, 37°C	20 – 24 th	Lk	7 – 45		0,12 – 0,77
		Pr	4 – 27		0,07 – 0,46
	25 – 29 th	Lk	5 – 43		0,09 – 0,73
		Pr	4 – 26		0,07 – 0,44



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μKat/L)
	30 – 34 th	Lk	5 – 60		0,09 – 1,02
		Pr	3 – 37		0,05 – 0,63
	35 – 39 th	Lk	5 – 96		0,99 – 1,63
		Pr	3 – 25		0,05 – 0,43
	40 – 44 th	Lk	5 – 82		0,09 – 1,39
		Pr	3 – 30		0,05 – 0,51
	45 – 49 th	Lk	5 – 53		0,09 – 0,90
		Pr	4 – 44		0,07 – 0,75
	50 – 54 th	Lk	7 – 64		0,12 – 1,09

F. FOSFATASE ALKALI

1. Definisi

Fosfatase alkali adalah enzim hidrolisis yang bekerja optimal pada suasana alkalis. Dijumpai dalam darah berasal terutama dari tulang dan hati, namun juga dari jaringan lain seperti ginjal, plasenta, testis, timus, paru dan tumor.

Peningkatan fisiologis karena pertumbuhan tulang pada anak-anak dan selama kehamilan, sedangkan peningkatan patologis terutama berkaitan dengan penyakit hepatobiliar dan tulang. Pada penyakit hepatobiliar menunjukkan adanya sumbatan pada saluran empedu (kolestasis) karena batu empedu, tumor dan radang. Peningkatan juga dijumpai pada hepatitis karena infeksi. Pada penyakit tulang peningkatan ALP disebabkan peningkatan aktivitas osteoblast seperti pada penyakit Paget, osteomalacia, metastasis tulang dan hiperparatiroid.

2. Metode dan prinsip

a. standar menurut WHO/IFCC

metode : Tes fotometerik kinetik (*International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine/IFCC* atau menurut *Deutsche Gesellschaft fur Klinische Chemie /DGKC*)

prinsip :
$$\text{p-Nitrofenilfosfat} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{ALP}} \text{Fosfat} + \text{p-Nitrofenol}$$

p-Nitrofenilfosfat dihidrolisis oleh ALP menjadi fosfat dan p-nitrofenol. Kecepatan hidrolisis p-NPP diukur dengan intensitas warna merah p-nitrofenol yang terjadi dan ini sebanding dengan aktivitas ALP bila dibaca pada λ 405 nm.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : p-nitrofenil fosfatase buffer AMP 37°C
prinsip : $p\text{-NPP} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Alkali fosfatase}} p\text{-nitrofenol} + \text{H}_3\text{PO}_4$
p-nitrofenil fosfat dihidrolisa menjadi p-nitrofenol dan fosfat organik. Kecepatan hidrolisis p-NPP sebanding dengan aktivitas ALP bila dibaca pada λ 405 nm

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) spesimen pilihan serum (dari darah yang tidak hemolisis)
 - 2) dapat juga menggunakan Plasma heparin atau EDTA
- b. cara pengambilan
 - 1) darah vena
 - 2) darah kapiler
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
stabil untuk penyimpanan:
 - 1) pada suhu 20°– 25°C stabil selama 7 hari
 - 2) pada suhu 4°– 8°C stabil selama 7 hari
 - 3) pada suhu -20°C stabil selama 2 bulan.

4. Linearitas

Linearitas 2-800 U/L

5. Limitasi

- a. temperatur pemeriksaan pilihan adalah 37°C. Pemilihan pada suhu lebih rendah akan memberikan hasil yang lebih rendah
- b. metode pemeriksaan yang dianjurkan adalah menurut IFCC
- c. pemeriksaan tidak terganggu oleh bilirubin (< 40 mg/dL), dan trigliserida (< 2000 mg/dL)
- d. hasil pemeriksaan akan tinggi apabila serum mengandung eritrosit atau hemolisis
- e. tidak diperkenankan menggunakan plasma EDTA karena EDTA akan mengganggu reaksi dengan mengikat Kofaktor Zn.

6. Nilai Rujukan

Sangat ditentukan oleh umur, metode dan temperatur pemeriksaan yang digunakan.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Tabel 9. Nilai Rujukan Fosfatase Alkali

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μ Kat/L)
Bowers and McComb (4-Npp, AMP)	1 – 12 th		< 350	0,017	< 5,95
		Lk			
		Pr	< 350		< 5,95
	> 15 th	Lk	25 – 100		0,43 – 1,70
	12 – 14 th	Pr	< 500		< 8, 50
	> 20 th	Pr	25 – 100		0,43 – 1,70
Catatan : Nilai dapat bertambah sampai 3x lipat sepanjang puberitas					
SCE (4-NPP, DEA)	20 – 29 th	Lk	100 – 320		
		Pr	70 – 260		
	30 – 39	Lk	90 – 320		
		Pr	70 – 260		
	40 – 49	Lk	100 – 360		
		Pr	80 – 290		
	50 – 59 th	Lk	110 – 390		
		Pr	110 – 380		
	60 – 69 th	Lk	120 – 450		
		Pr	110 – 380		
	> 69 th	Lk	120 – 460		
		Pr	90 – 430		

Tabel 9.a Nilai Rujukan Fosfatase Alkali

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	
			30°C	37°
IFCC (p-nitrofenil fosfatase buffer AMP)	20 – 50 th	Lk	38 – 94	53 – 128
		Pr	28 – 78	42 – 98
	≥ 60 th	Lk	43 – 88	56 – 119
		Pr	40 – 111	53 – 141
	60 – 90 th	Lk	-	56 – 155
		Pr	-	43 – 160

G. PROTEIN TOTAL

1. Definisi

Protein total adalah suatu plasma protein yang disintesis terutama di sel parenkim hati, sel plasma, kelenjar limfe, limpa dan sumsum tulang.

Protein total terdiri dari albumin dan globulin. Albumin disintesa di hati, berfungsi utamanya untuk mempertahankan tekanan onkotik,



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

pembentukan antibodi, hormon, enzim, faktor hemostasis, pertumbuhan dan perbaikan jaringan dan pH bufer. Protein berikatan dengan beberapa bahan seperti bilirubin, asam lemak, obat dan hormon selama dalam sirkulasi darah.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Biuret

prinsip : Ion kupri akan bereaksi dengan protein dalam suasana basa membentuk kompleks berwarna ungu. Absorbansi kompleks ini sebanding dengan konsentrasi total protein sampel.

b. yang banyak digunakan saat ini

1) Pengukuran kadar protein total serum atau plasma sama dengan metode standar WHO/IFCC.

2) Pengukuran kadar protein total urin atau cairan serebrospinal

metode : Turbidimetri

prinsip : Benzethonium klorida akan mendenaturasi protein dalam suasana basa dan menimbulkan kekeruhan akibat presipitasi protein.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

1) serum

2) plasma

a) K_2 -EDTA

b) Li-heparin (pilihan utama)

b. cara pengambilan

1) darah vena

2) darah kapiler

c. cara penyimpanan spesimen (stabilitas)

1) suhu 20° – 25° C stabil kurang dari 6 hari

2) Suhu 4° – 8° C stabil selama 4 minggu

3) Suhu -20° C stabil selama 1 tahun.

4. Linearitas

Kadar protein total serum atau plasma yang dapat terdeteksi adalah 0,2–12 g/dL.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- Specimen hemolisis sampai kadar Hb 184 $\mu\text{mol/L}$ dan lipemik sampai kadar lipid 7 mmol/L , bilirubinemia sampai kadar 858 $\mu\text{mol/L}$ tidak mengganggu pemeriksaan dengan syarat menggunakan blanko sampel, namun tetap dianjurkan menggunakan sampel baru bila dimungkinkan.
- terjadi *false high* pada 48 jam setelah penggunaan kontras warna bromophthalein dan juga pada pemasangan turniket yang terlalu lama (lebih dari 1 menit).
- obat yang meningkatkan kadar protein total serum atau plasma yaitu steroid anabolik, androgen, klofibrat, kortikosteroid, dextran, epinefrin, hormon pertumbuhan, natrium heparin, kalsium heparin, insulin, fenazopiridin, progesteron, hormon tiroid.
- obat yang menurunkan kadar protein total serum atau plasma yaitu obat yang berisi ammonium, estrogen, obat sitotoksik, obat hepatotoksik, kontrasepsi oral, dan alopurinol.
- kadar protein total serum atau plasma akan lebih rendah 4–8 g/dL bila spesimen dikumpulkan pada posisi pasien berdiri.
- kadar protein total plasma lebih tinggi 4% daripada kadar protein total serum karena adanya fibrinogen.

6. Nilai Rujukan

Tabel 10. Nilai Rujukan Protein Total

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (g/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (g/L)
Biuret	Tali pusat	4,8 – 8,0	10	48 – 80
	Prematur	3,6 – 6,0		36 – 60
	Bayi baru lahir	4,6 – 7,0		46 – 70
	1 minggu	4,4 – 7,6		44 – 76
	7 bl – 1 th	5,1 – 7,3		51 – 73
	1 – 2 th	5,6 – 7,5		56 – 75
	> 3 th	6,0 – 8,0		60 – 80
	Dewasa Sehat	6,4 – 8,3		64 – 83
	Dewasa Sedang dalam perawatan	6,0 – 7,8		60 – 78
	> 60 th	Nilainya lebih rendah dari 0,2 dari nilai dewasa sehat		



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

H. ASAM URAT

1. Definisi

Asam urat merupakan produk metabolisme purin. Asam urat beredar dalam sirkulasi darah, difiltrasi oleh glomerulus ginjal dan diekskresikan keluar tubuh bersama dengan urin. Kadar asam urat darah dipengaruhi oleh asupan makanan yang banyak mengandung asam amino purin seperti kacang dan jeroan. Peningkatan kadar asam urat darah dikaitkan dengan penyakit gout (*arthritis urica*) dan risiko terbentuknya batu ginjal/saluran kemih.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Enzimatik
prinsip : Asam urat dioksidasi oleh urikase menjadi allantoin dan hidrogen peroksida. Dengan adanya enzim peroksidase, H_2O_2 yang terbentuk akan bereaksi dengan 4-Aminoantipirin menghasilkan senyawa yang berwarna. Intensitas warna ini sebanding dengan kadar asam urat dan diukur secara fotometri.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Enzimatik Urikase
prinsip : Asam urat dioksidasi oleh uricase menjadi allantoin dan hidrogen peroksida. H_2O_2 yang terbentuk akan bereaksi dengan 4-Aminoantipirin dengan dikatalis oleh enzim peroksidase menghasilkan senyawa yang berwarna merah. Intensitas warna ini diukur secara fotometri pada λ 520-560 nm.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) Serum (dari darah yang tidak hemolisis)
 - 2) Plasma heparin
- b. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) Suhu $20^{\circ}-25^{\circ}C$: 3 hari
 - 2) Suhu $2^{\circ}-8^{\circ}C$: 3-5 hari
 - 3) Suhu $-20^{\circ}C$: 6 bulan

4. Linearitas

Linearitas sampai 25 mg/dL.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- adanya asam askorbat dan bilirubin yang tinggi dapat menyebabkan hasil tes rendah palsu.
- serum lipemik dapat menyebabkan hasil pemeriksaan tinggi palsu.
- bila hasil lebih dari 25 mg/dL lakukan pengenceran serum (1 : 1) dengan NaCl 0.85% dan hasilnya dikalikan 2.

6. Nilai Rujukan

Tabel 11. Nilai Rujukan Asam Urat

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (μmol/L)
Enzimatik	< 12 th		2,0 – 5,5	59,48	119 – 327
	Dewasa	Lk	4,4 – 7,6		262 – 452
		Pr	2,3 – 6,6		137 – 393
	60 – 90 th	Lk	4,2 – 8,0		250 – 476
		Pr	3,5 – 7,3		208 – 434
	> 90 th	Lk	3,5 – 8,3		208 – 494
		Pr	2,2 – 7,7		131 – 458

I. KREATININ

1. Definisi

Kreatinin dalam darah berasal dari metabolisme kreatin otot. Kreatinin dilepaskan ke dalam darah secara konstan, konsentrasinya berhubungan dengan massa otot yang dipengaruhi variasi umur dan jenis kelamin. Kadar kreatinin pada pria biasanya lebih tinggi daripada wanita. Kreatinin sebagai hasil metabolisme akan dikeluarkan dari darah melalui ginjal bersama urin. Pada orang sehat, produksi kreatinin dan ekskresi kreatinin berlangsung secara paralel dan relatif konstan. Perubahan fungsi ginjal akan menghambat ekskresi kreatinin sehingga kadarnya meningkat pada kerusakan ginjal.

2. Metode dan prinsip

- standar WHO/IFCC

metode : Jaffe

prinsip : Kreatinin bereaksi dengan larutan pikrat alkalis membentuk kompleks warna jingga kemerahan. Intensitas warna yang dihasilkan berbanding langsung



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

dengan konsentrasi kreatinin pada spesimen dan dapat diukur secara fotometri pada λ 500-560 nm.

- b. yang banyak digunakan saat ini
sama dengan metode standar WHO/IFCC.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
- 1) serum
 - 2) plasma heparin
 - 3) plasma EDTA
- b. cara pengambilan
- 1) darah vena (pilihan utama)
 - 2) darah kapiler
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
- 1) pada suhu $2^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$ stabil selama 7 hari
 - 2) pada suhu $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ stabil selama 7 hari
 - 3) pada suhu -20°C stabil selama 3 bulan.

4. Linearitas

Linearitas sampai 25 mg/dL.

5. Limitasi

- a. bila hasil lebih dari 25 mg/dL lakukan pengenceran serum (1 : 1) dengan NaCl 0.85% dan hasilnya dikalikan 2.
- b. obat golongan sefalosporin (cefotixin), dapat meningkatkan kadar kreatinin.

6. Nilai Rujukan

Tabel 12. Nilai Rujukan Kreatinin

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional ($\mu\text{mol/L}$)
Jaffe	Tali pusat	0,6 – 1,2	88,4	53 – 106
	1 – 4 hr	0,3 – 1,0		27 – 88
	Infant	0,2 – 0,4		18 – 35
	Anak-anak	0,3 – 0,7		27 – 62
	Remaja	0,5 – 1,0		44 – 88



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (μmol/L)
	18 – 60 th	Lk	0,9 – 1,3		80 – 115
		Pr	0,6 – 1,1		53 – 97
	60 – 90 th	Lk	0,8 – 1,3		71 – 115
		Pr	0,6 – 1,2		53 – 106
	> 90 th	Lk	1,0 – 1,7		88 – 150
		Pr	0,6 – 1,3		53 – 115

7. Nilai kritis

1 hari - 30 hari	≥ 1,5 mg/dL
1 bulan - 23 bulan	≥ 2,0 mg/dL
2 tahun - 11 tahun	≥ 2,5 mg/dL
12 tahun - 15 tahun	≥ 3,0 mg/dL
≥ 16 tahun	≥ 10,0 mg/dL

I.1 KLIRENS KREATININ

1. Definisi

Klirens kreatinin adalah sejumlah mililiter plasma yang dibersihkan dari kreatinin oleh ginjal dalam satu menit. Tes Klirens kreatinin mengukur Glomerular Filtration Rate (GFR) sehingga digunakan sebagai indikator kemampuan filtrasi glomerulus ginjal.

Pada orang sehat, produksi kreatinin dan ekskresi kreatinin melalui urin berlangsung secara berimbang dan relatif konstan. Perubahan fungsi ginjal akan menghambat ekskresi kreatinin sehingga konsentrasi kreatinin akan meningkat pada kerusakan ginjal.

2. Metode dan Prinsip

standar WHO/IFCC

prinsip : Pemeriksaan dilakukan dengan mengukur kadar kreatinin darah dan kreatinin urin. Urin ditampung secara akurat selama 24 jam. Spesimen darah diambil di pertengahan waktu pengumpulan urin (12 jam). Tinggi badan dan berat badan pasien diukur untuk mengetahui luas permukaan tubuh. Nilai klirens kreatinin dapat dihitung dengan rumus :

$$(U/P) \times V \times (1,73/A) = \dots \text{ mL plasma/menit}$$



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

U = kadar kreatinin urin 24 jam
P = kadar kreatinin plasma
V = volume diuresis per menit
A = luas permukaan tubuh (dapat dilihat pada
Nomogram 2)

3. Spesimen

jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma heparin
- 3) plasma EDTA.

4. Linearitas

Linearitas sampai 25 mg/dL.

5. Limitasi

- a. bila hasil lebih dari 25 mg/dL lakukan pengenceran serum (1 : 1) dengan NaCl 0.85% dan hasilnya dikalikan 2.
- b. obat golongan cephalosporin (cefotixin) dapat meningkatkan kadar kreatinin.

6. Nilai Rujukan

Tabel 13. Nilai Rujukan Klirens Kreatinin

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mL/min/1.73 m ²)	Faktor konversi	Satuan internasional (mL/sc/m ²)
-	0 – 1 th	72	0,00963	0,69
	1 th	45		0,43
	2 th	55		0,53
	3 th	60		0,58
	4 th	71		0,68
	5 th	73		0,70
	6 th	64		0,62
	7 th	67		0,65
	8 th	72		0,69
	9 th	83		0,80
	10 th	89		0,86
	11 th	92		0,89
	12 th	109		1,05
	13 – 14 th	86		0,83



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mL/min/1.73 m ²)	Faktor konversi	Satuan internasional (mL/sc/m ²)
	20 – 29 th Lk	94 – 140		0,91 – 1,35
	Pr	72 – 110		0,69 – 1,06
	30 – 39 th Lk	59 – 137		0,57 – 1,32
	Pr	71 – 121		0,68 – 1,17
	Untuk tiap dekade setelahnya nilainya berkurang 6,5			

J. UREUM

1. Definisi

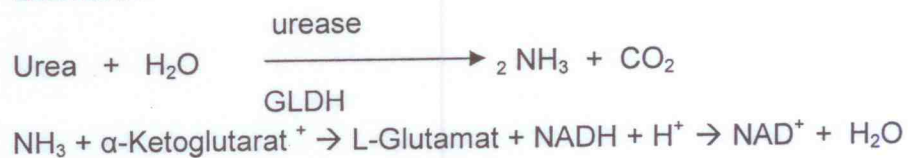
Ureum adalah kandungan utama nitrogen, merupakan hasil katabolisme protein pada manusia. Merupakan fraksi terbesar dari komponen non protein nitrogen (menurut Bishop 45%).

2. Metode dan Prinsip

a. standard WHO/ IFCC

metode : Enzimatik

prinsip :



b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Kolorimetrik (Cara Berthelot)

prinsip : Urea dihidrolisa dengan adanya air dan urease menghasilkan urea dan karbondioksida.

Berthelot : reaksi ion amonium dengan hipoklorit dan salisilat menghasilkan warna hijau pada λ 578 nm.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma : EDTA

b. cara pengambilan

- 1) darah Vena
- 2) darah Perifer



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- c. cara penyimpanan (stabilitas)
- 1) suhu 20° – 25 °C stabil selama 24 jam
 - 2) suhu 2° - 8°C stabil selama 72 jam
 - 3) suhu -20°C stabil selama 2–3 bulan.

4. Linearitas

Linear sampai 400 mg/dL (serum/plasma).

5. Limitasi

- a. harus segera dikerjakan karena tidak stabil dalam suhu kamar
- b. tidak boleh hemolisis

6. Nilai Rujukan

Tabel 14. Nilai Rujukan Blood Urea Nitrogen (BUN)

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan Internasional (mmol/L)
Kolorimetrik	Tali pusat	21 – 40	0,357	7,5 – 14,3
	Prematur 1 mg	3 – 25		1,1 – 8,9
	< 1 th	4 – 19		1,4 – 6,8
	Infant/anak-anak	5 – 18		1,8 – 6,4
	18 – 60 th	6 – 20		2,1 – 7,1
	60 – 90 th	8 – 23		2,9 – 8,2
	> 90 th	10 – 31		3,6 – 11,1

Catatan : Nilai rujukan ureum diperoleh dengan cara mengkalikan nilai rujukan BUN dengan faktor 2,14.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

J.1 KLIRENS UREUM

1. Definisi

Volume darah yang dibersihkan dari ureum dalam waktu tertentu dengan cara mengekskresikannya ke urin.

2. Metode dan Prinsip

standar WHO/IFCC

metode : $\text{Klirens} = \frac{U}{B} \times V \times f$

f (faktor) = 1,73/ luas permukaan tubuh

U = Kadar zat dalam urin

B = Kadar zat dalam darah

V = Diuresis dalam mL/ menit

Catatan : V (diuresis/menit) harus > 2 mL/menit

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) serum/plasma
 - 2) urin
- b. cara pengambilan
 - 1) darah vena
 - 2) urin kumpulan
- c. cara penyimpanan (urin)
 - 1) suhu kamar stabil selama 24 jam dengan pengawet Thymol
 - 2) suhu 2°- 8°C stabil selama 4 hari.

4. Linearitas

400 mg/dL

5. Limitasi

- a. waktu pengumpulan urin harus 2 jam pasca minum air putih
- b. retensi urin dapat dihindarkan dengan hidrasi yang cukup sehingga aliran urin mencapai 2 mL/menit.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

6. Nilai Rujukan

64 – 99 mL/menit

K. HDL

1. Definisi

High Density Lipoprotein (HDL) merupakan lipoprotein yang ukurannya paling kecil. HDL memiliki proporsi protein paling tinggi dibanding lipoprotein lainnya yaitu >50% protein. Protein utama yaitu apo AI dan apo AII, disertai protein lain yang jumlahnya lebih kecil apo C (CI, CII dan CIII), E, AIV dan D. Komponen lipid yang banyak adalah fosfolipid dengan sedikit kolesterol ester dan trigliserida.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Kolorimetrik enzimatik

prinsip : Dengan pemberian phosphotungstic acid dan ion magnesium ke dalam sampel maka kilomikron, VLDL dan LDL mengendap (presipitasi).

Serum +HDL separating reagent → sentrifus → HDL fraksi (supernatant) + kilomikron, VLDL, LDL fraksi (presipitasi). Setelah disentrifus dalam supernatan hanya terdapat HDL yang kadar kolesterolnya ditentukan dengan metode kolorimetrik enzimatik seperti tes kolesterol total.

b. yang banyak digunakan saat ini sama dengan metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma EDTA

b. cara pengambilan darah vena

c. cara penyimpanan/stabilitas

- 1) Suhu 15° - 25°C stabil selama 2 hari
- 2) Suhu 2° - 8°C stabil selama 5 - 7 hari
- 3) Suhu -20°C stabil selama 3 bulan.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

4. Limitasi

- spesimen yang hemolisis dan ikterik jangan digunakan karena menyebabkan peningkatan konsentrasi HDL palsu.
- asam ascorbic menghambat penentuan enzymatic dari kolesterol.

5. Nilai Rujukan

Tabel 15. Nilai Rujukan HDL

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Kolorimetrik Enzimatik	Tali pusat	Lk	6 – 53	0,0259	0,16 – 1,37
		Pr	13 – 56		0,34 – 1,45
	5 – 9 th	Lk	38 – 75		0,98 – 1,94
		Pr	36 – 73		0,93 – 1,89
	10 – 14 th	Lk	37 – 74		0,96 – 1,91
		Pr	37 – 70		0,96 – 1,81
	15 – 19 th	Lk	30 – 63		0,78 – 1,63
		Pr	35 – 74		0,91 – 1,91
	20 – 24 th	Lk	30 – 63		0,78 – 1,63
		Pr	33 – 79		0,85 – 2,04
	25 – 29 th	Lk	31 – 63		0,80 – 1,63
		Pr	37 – 83		0,96 – 2,15
	30 – 34 th	Lk	28 – 63		0,72 – 1,63
		Pr	36 – 77		0,93 – 1,99
	35 – 39 th	Lk	29 – 62		0,75 – 1,60
		Pr	34 – 82		0,88 – 2,12
	40 – 44 th	Lk	27 – 67		0,70 – 1,73
		Pr	34 – 88		0,88 – 2,28
	45 – 49 th	Lk	30 – 64		0,78 – 1,66
		Pr	34 – 87		0,88 – 2,25
	50 – 54 th	Lk	28 – 63		0,72 – 1,63
		Pr	37 – 92		0,96 – 2,38
	55 – 59 th	Lk	28 – 71		0,72 – 1,84
		Pr	37 – 91		0,96 – 2,35
	60 – 64 th	Lk	30 – 74		0,78 – 1,91
		Pr	38 – 92		0,98 – 2,38
	65 – 69 th	Lk	30 – 75		0,78 – 1,94
		Pr	35 – 96		0,91 – 2,48
	> 70 th	Lk	31 – 75		0,80 – 1,94
		Pr	33 – 92		0,85 – 2,38



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

L. KOLESTEROL TOTAL

1. Definisi

Kolesterol adalah metabolit yang mengandung lemak sterol yang ditemukan pada membran sel dan disirkulasikan dalam plasma darah.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Kolorimetrik enzimatik (*Cholesterol Oxidase Methode/CHOD PAP*).

prinsip : Kolesterol ester diurai menjadi kolesterol dan asam lemak menggunakan enzim kolesterol esterase. Kolesterol yang terbentuk kemudian diubah menjadi Cholesterol-3-one dan hidrogen peroksida oleh enzim kolesterol oksidase. Hidrogen peroksida yang terbentuk beserta fenol dan 4-aminoantipirin oleh peroksidase diubah menjadi zat yang berwarna merah. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi kolesterol total dan dibaca pada λ 520 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini
sama dengan metode pada standar WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma
 - a) Li Heparin
 - b) EDTA

b. cara pengambilan

- 1) darah kapiler
- 2) darah vena

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) suhu 20°- 25°C stabil selama 2 hari
- 2) suhu 2°- 8°C stabil selama 5 - 7 hari
- 3) suhu -20°C stabil selama 3 bulan

4. Linearitas

Linieritas reagen hingga 900 mg/dL

Nilai Normal : dewasa < 200 mg/dL



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- faktor yang mempengaruhi adalah asam askorbat > 30 mg/dL, bilirubin > 20 mg/dL, trigliserida dan hemolisis
- dipengaruhi oleh jenis enzim dan surfaktan yang dipakai
- variasi *within run* : $< 1,5\%$
- variasi *between run* : $< 3\%$.

6. Nilai Rujukan

Tabel 16. Nilai Rujukan Kolesterol Total

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Enzimatik	Tali pusat	Lk	44 – 103	0,0259	1,14 – 2,66
		Pr	50 – 108		1,29 – 2,79
	0 – 4 th	Lk	114 – 203		2,95 – 5,25
		Pr	112 – 200		2,90 – 5,18
	5 – 9 th	Lk	121 – 203		3,13 – 5,25
		Pr	126 – 205		3,26 – 5,30
	10 – 14 th	Lk	119 – 202		3,08 – 5,23
		Pr	124 – 201		3,21 – 5,20
	15 – 19 th	Lk	113 – 197		2,93 – 5,10
		Pr	119 – 200		3,08 – 5,18
	20 – 24 th	Lk	124 – 218		3,21 – 5,64
		Pr	122 – 216		3,16 – 5,59
	25 – 29 th	Lk	133 – 244		3,44 – 6,32
		Pr	128 – 222		3,32 – 5,75
	30 – 34 th	Lk	138 – 254		3,57 – 6,58
		Pr	130 – 230		3,37 – 5,96
	35 – 39 th	Lk	146 – 270		3,78 – 6,99
		Pr	140 – 242		3,63 – 6,27
	40 – 44 th	Lk	151 – 268		3,91 – 6,94
		Pr	147 – 252		3,81 – 6,53
	45 – 49 th	Lk	158 – 276		4,09 – 7,15
		Pr	152 – 265		3,94 – 6,86
	50 – 54 th	Lk	158 – 277		4,09 – 7,17
		Pr	162 – 285		4,20 – 7,38
	55 – 59 th	Lk	156 – 276		4,04 – 7,15
		Pr	172 – 300		4,45 – 7,77
	60 – 64 th	Lk	159 – 276		4,12 – 7,15
		Pr	172 – 297		4,45 – 7,69
	65 – 69 th	Lk	158 – 274		4,09 – 7,10
		Pr	171 – 303		4,43 – 7,85
	> 70 th	Lk	144 – 265		3,73 – 6,86
		Pr	173 – 280		4,48 – 7,25



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

M. LDL

1. Definisi

Low Density Lipoprotein (LDL) adalah 1 dari 5 kelompok lipoprotein yang merupakan kombinasi lemak dan protein yang merupakan bentuk lipid yang diangkut dalam darah. Kolesterol LDL disebut jahat karena mengangkut hasil metabolisme kolesterol dari hati ke jaringan. Semakin tinggi kadar LDL semakin besar resiko untuk penyakit arteri koroner.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Kolorimetri enzimatis homogeneus
prinsip : Kolesterol ester pada partikel LDL menggunakan deterjen dan enzim kolesterol esterase diubah menjadi kolesterol dan asam lemak bebas. Kolesterol yang terbentuk diubah menjadi 4-kolestenone dan hidrogen peroksida oleh kolesterol oksidase. Hidrogen peroksida yang terbentuk bersama dengan 4-aminoantipirin diubah menjadi zat berwarna yang dibaca pada fotometer pada λ 585 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini
perhitungan dengan menggunakan **Formula Friedewald**

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) Serum
 - 2) Plasma : Li Heparin
- b. cara pengambilan
 - 1) darah kapiler
 - 2) darah vena

persiapan pasien : sampel puasa
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) suhu 20°- 25°C : stabil 1 hari
 - 2) suhu 2°- 8°C : stabil 5 - 7 hari
 - 3) suhu -20°C : stabil 3 bulan



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

4. Linearitas

Linearitas reagen hingga 400 mg/dL
Nilai Normal : Dewasa < 160 mg/dL

5. Limitasi

- faktor yang mempengaruhi asam askorbat > 30 mg/dL, bilirubin >20 mg/dL, trigliserida dan hemolisis
- variasi *within run* : < 1,5%
- variasi *between run* : < 3%.

6. Nilai Rujukan

Tabel 17. Nilai Rujukan LDL

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Perhitungan	Tali pusat	Lk	20 – 56	0,0259	0,52 – 1,45
		Pr	21 – 58		0,54 – 1,50
	5 – 9 th	Lk	63 – 129		1,63 – 3,34
		Pr	68 – 140		1,76 – 3,63
	10 – 14 th	Lk	64 – 133		1,66 – 3,44
		Pr	68 – 136		1,76 – 3,52
	15 – 19 th	Lk	62 – 130		1,61 – 3,37
		Pr	59 – 137		1,53 – 3,55
	20 – 24 th	Lk	66 – 147		1,71 – 3,81
		Pr	57 – 159		1,48 – 4,12
	25 – 29 th	Lk	70 – 165		1,81 – 4,27
		Pr	71 – 164		1,84 – 4,25
	30 – 34 th	Lk	78 – 185		2,02 – 4,79
		Pr	70 – 156		1,81 – 4,04
	35 – 39 th	Lk	81 – 189		2,10 – 4,90
		Pr	75 – 172		1,94 – 4,45
	40 – 44 th	Lk	87 – 186		2,25 – 4,82
		Pr	74 – 174		1,92 – 4,51
	45 – 49 th	Lk	97 – 202		2,51 – 5,23
		Pr	79 – 186		2,05 – 4,82
	50 – 54 th	Lk	89 – 197		2,31 – 5,10
		Pr	88 – 201		2,28 – 5,21
	55 – 59 th	Lk	88 – 203		2,28 – 5,26
		Pr	89 – 210		2,31 – 5,44
	60 – 64 th	Lk	83 – 210		2,15 – 5,44
		Pr	100 – 224		2,59 – 5,80



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
	65 – 69 th	Lk	98 – 210		2,54 – 5,44
		Pr	92 – 221		2,38 – 5,72
	> 70 th	Lk	88 – 186		2,28 – 4,82
		Pr	96 – 206		2,49 – 5,34

N. TRIGLISERIDA

1. Definisi

Trigliserida adalah bentuk utama dari lemak yang disimpan oleh tubuh, trigliserida terdiri dari tiga molekul asam lemak yang dikombinasikan dengan molekul dari gliserol alkohol. Trigliserida sebagian besar berasal dari makanan yang kita makan.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Kolorimetri enzimatik

prinsip : Trigliserida dihidrolisis oleh enzim lipase menjadi gliserol dan asam lemak, gliserol yang terbentuk dikonversi menjadi gliserol-3-fosfat oleh enzim gliserol kinase. Gliserol-3-fosfat ini kemudian diubah menjadi dihidroksiaseton dan hidrogen peroksida oleh enzim GPO. Hidrogen peroksida yang terbentuk bersama dengan 4-klorofenol oleh enzim peroksidase diubah menjadi 4-(p-benzoquinon-monoimino)-fenazone yang berwarna merah.

Kelemahan metode ini, proses hidrolisis trigliserida tidak selalu optimal terutama jika menghidrolisis trigliserida dengan asam lemak yang lebih dari 16 rantai karbon, tidak semua reagen komersil yang tersedia menghidrolisis secara sempurna. Karena enzim ini juga menghidrolisis mono dan digliserida, maka dapat meningkatkan jumlah trigliserida. Walaupun jumlahnya hanya sekitar 3%. Beberapa produsen juga telah mengeliminasi gliserol endogen ini dengan menggunakan internal atau eksternal blanking.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- b. yang banyak digunakan saat ini
sama dengan metode WHO/IFCC

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) serum
 - 2) plasma
 - a) Li Heparin
 - b) EDTA
- b. cara pengambilan
 - 1) darah kapiler
 - 2) darah vena
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) suhu 20°- 25°C : stabil 2 hari
 - 2) suhu 2°- 8°C : stabil 5-7 hari
 - 3) suhu -20°C : stabil 3 bulan

4. Linearitas

800 mg/dL

5. Limitasi

Faktor yang mempengaruhi : gliserol, asam askorbat > 30 mg/dL, bilirubin > 20 mg/dL dan hemolisis.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

6. Nilai Rujukan

Tabel 18. Nilai Rujukan Triglicerida

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Enzimatik	Tali pusat	Lk	13 – 95	0,0113	0,15 – 1,07
		Pr	11 – 76		0,12 – 0,86
	0 – 9 th	Lk	30 – 100		0,34 – 1,13
		Pr	35 – 110		0,40 – 1,24
	10 – 14 th	Lk	32 – 125		0,36 – 1,41
		Pr	37 – 131		0,42 – 1,48
	15 – 19 th	Lk	37 – 148		0,42 – 1,67
		Pr	39 – 124		0,44 – 1,40
	20 – 24 th	Lk	44 – 201		0,50 – 2,27
		Pr	36 – 131		0,41 – 1,48
	25 – 29 th	Lk	46 – 249		0,52 – 2,81
		Pr	37 – 144		0,42 – 1,63
	30 – 34 th	Lk	50 – 266		0,56 – 3,01
		Pr	39 – 150		0,44 – 1,70
	35 – 39 th	Lk	54 – 321		0,61 – 3,62
		Pr	40 – 176		0,45 – 1,99
	40 – 44 th	Lk	55 – 320		0,62 – 3,61
		Pr	45 – 191		0,51 – 2,16
	45 – 49 th	Lk	58 – 327		0,65 – 3,70
		Pr	46 – 214		0,52 – 2,42
	50 – 54 th	Lk	58 – 320		0,65 – 3,61
		Pr	52 – 233		0,59 – 2,63
	55 – 59 th	Lk	58 – 286		0,65 – 3,23
		Pr	55 – 262		0,62 – 2,96
	60 – 64 th	Lk	58 – 291		0,65 – 3,29
		Pr	56 – 239		0,63 – 2,70
	> 65 th	Lk	55 – 260		0,62 – 2,94
		Pr	60 – 240		0,68 – 2,71



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

O. KREATIN KINASE (CK)

1. Definisi

Kreatin Kinase atau disebut juga kreatin fosfokinase (CPK) merupakan enzim yang berasal dari berbagai organ. CK terdiri dari 3 isoenzim dimana berbentuk dimer terdiri dari 2 tipe subunit monomer. M (dari otot skeletal), B (dari otak) terbentuk menjadi CK-MM, CK-MB dan CK-BB.

2. Metode dan prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Enzimatik

prinsip : Kreatine fosfat + ADP $\xrightarrow{CK}$ creatine + ATP

ATP + D-glucose $\xrightarrow{HK}$ ADP + G6P

G6P + NADP⁺ $\xrightarrow{G6PDH}$ D6 fosfoglukonat + NADPH + H⁺

Peningkatan NADPH yang terbentuk sesuai dengan aktifitas katalitik CK.

Diukur dengan pengikatan absorbans pada λ 340 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini
sama dengan metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

1) serum

2) plasma

a) EDTA, K₂, K₃

b) heparin, Li, Na, NH₄

b. cara pengambilan

1) darah kapiler

2) darah vena

c. cara penyimpanan (stabilitas)

1) pada suhu 15°– 25°C

: stabil selama 2 hari

2) pada suhu 2°– 8°C

: stabil selama 7 hari

3) pada suhu –20°C

: stabil selama 1 bulan.

4. Linearitas

Linearitas sampai 1.500 U/L.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- a. harus segera dikerjakan tidak stabil pada suhu kamar
- b. tidak boleh hemolisis
- c. ikterus tidak berpengaruh sampai bilirubin > 15 mg/dL
- d. lipemik
- e. obat : kalsium dobesilate (menyebabkan rendah palsu)

6. Nilai Rujukan

Tabel 19. Nilai Rujukan Kreatin Kinase (CK)

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μKat/L)
Szasz, 37°C	Setelah kelahiran dengan sectio (SC) 4 hr		2 – 3 x nilai orang dewasa	0,017	
	6 mg – 12 th		3 x nilai orang dewasa		
			= nilai orang dewasa		
	Dewasa	Lk	38 – 174		0,65 – 2,96
		Pr	26 – 140		0,46 – 2,38
	20 – 60 th	Lk	52 – 200		0,88 – 3,40
		Pr	35 – 165		0,60 – 2,81
	> 90 th	Lk	21 – 203		0,36 – 3,45
		Pr	22 – 99		0,37 – 1,68
Szasz, 30°C	Dewasa	Lk	15 – 105		0,26 – 1,79
		Pr	10 – 80		0,17 – 1,36
	20 – 59 th	Lk	25 – 80		0,43 – 1,36
		Pr	20 – 75		0,34 – 1,28
	60 – 69 th	Lk	20 – 110		0,34 – 1,87
		Pr	16 – 81		0,27 – 1,38
	70 – 90 th	Lk	22 – 90		0,37 – 1,53
		Pr	19 – 76		0,32 – 1,29
Szasz, 25°C	Dewasa	Lk	10 – 65		0,17 – 1,11
		Pr	7 – 55		0,12 – 0,94

7. Nilai Kritis

≥ 10.000 U/L



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

P. Kreatin Kinase–MB (CKMB)

1. Definisi

Kreatine Kinase-MB merupakan isoenzim dari CK. CK terdiri dari 3 isoenzim dimana berbentuk dimer terdiri dari 2 tipe subunit monomer M (dari otot skeletal), B (dari otak) terbentuk menjadi CK-MM, CK-MB dan CK-BB. Otot skeletal kaya akan CK-MM, sedangkan otak, usus, paru dan kandung kemih banyak terdapat pada isoenzim CKBB. CK–MB hanya terdapat pada otot jantung, sehingga dapat dipakai untuk membantu diagnosis dengan kecurigaan infark miokard akut (AMI).

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Immunoassay

prinsip : Aktivitas CK MB diukur dengan antibodi untuk monomer CK MM. Antibodi ini menghambat aktivitas CKMM dan setengah dari aktivitas CK MB. Antibodi ini tidak mempengaruhi aktivitas sub unit B dari CK MB dan CK BB, karena konsentrasi CK BB yang tidak berarti dalam sirkulasi tersebut. Aktivitas yang tersisa dikalikan dengan faktor 2 menunjukkan aktivitas CK MB.

Setelah dilakukan imunoinhibisi dengan antibodi terhadap CK-M, maka aktifitas CK-B dikali 2 diasumsikan sebagai aktifitas CK-MB.

b. yang banyak digunakan saat ini sama dengan metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

1) serum

2) plasma

a) EDTA ,K2, K3

b) Heparin, Li, Na, NH4

b. cara pengambilan

darah kapiler

darah vena



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) suhu 20 - 25°C stabil selama 8 jam
 - 2) suhu 2-8°C stabil selama 3 hari
 - 3) suhu -20°C stabil selama 4 minggu

4. Linearitas

Linearitas sampai 200 U/L.

5. Limitasi

- a. harus segera dikerjakan tidak stabil pada suhu kamar
- b. tidak boleh hemolisis
- c. ikterus tidak berpengaruh sampai bilirubin >20 mg/dL
- d. lipemik
- e. adenilat kinase: Adenilat kinase menyebabkan interferensi positif
- f. obat Kalsium dobesilate (menyebabkan rendah palsu)
- g. lainnya : penderita Gammopathy IgM (*Waldenstrom's Macroglobulinemia*).

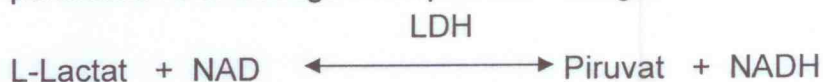
6. Nilai Rujukan

4 - 6% kadar CK total.

Q. LACTATE DEHYDROGENASE (LDH)

1. Definisi

Laktat dehidrogenase merupakan enzim pemberi ion hidrogen yang mengkatalisa reaksi oksidasi dari L-laktat menjadi piruvat dengan perantara NAD sebagai akseptor ion hidrogen.



Aktivitas LDH dijumpai pada semua sel tubuh terutama di dalam sitoplasma dalam jumlah yang bervariasi. Konsentrasi LDH pada beberapa jaringan dapat mencapai 500 kali kadar normal dalam serum. Oleh karena itu kerusakan jaringan yang kecilpun dapat menyebabkan peningkatan aktivitas LDH yang bermakna.

Enzim ini mempunyai berat molekul 134.000 Dalton dan terdiri dari 4 rantai peptida dengan 2 tipe yaitu M atau A dan H atau B. Struktur LD – M dan LD – H ditentukan oleh lokus dalam kromosom 11 dan 12. Bila dipisahkan secara elektroforesis akan dijumpai 5 isoenzim LDH yaitu



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

LDH1 (HHHH), LDH2 (HHHM), LDH3 (HHMM), LDH4 (HMMM) dan LDH5 (MMMM). Dijumpai pula isoenzim LDH ke-6 yaitu LDH6 dengan 4 peptida X atau C sehingga sering disebut LDHx atau LDHc. Subunit LDH6 ini dijumpai pada testis manusia postpubertal. LDH6 ini dapat dijumpai pada serum pasien dengan sakit berat. Jaringan yang berbeda akan menunjukkan isoenzim yang berbeda. Isoenzim LDH 1 dan LDH 2 dominan dijumpai pada otot jantung, ginjal dan eritrosit, LDH4 dan LDH 5 dominan dijumpai pada hati dan otot rangka.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO / IFCC

metode : Enzimatik

prinsip : Oksidasi dari L-laktat menjadi piruvat dengan perantara NAD sebagai akseptor ion hidrogen pada suhu 37°C.

b. yang banyak digunakan saat ini :

sama dengan metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

1) Serum : yang direkomendasikan

2) Plasma EDTA : dapat digunakan tanpa perbedaan hasil dengan serum

3) Plasma Heparin : dapat digunakan dengan keterbatasan

b. cara pengambilan

lebih diutamakan darah vena

c. cara penyimpanan (stabilitas)

1) pada suhu kamar stabil selama 3 hari

2) pada suhu 20°– 25°C stabil selama 7 hari

3) suhu –20°C stabil selama 6 minggu kecuali LDH-4 dan LDH-5

4) Tidak boleh dibiarkan terbuka pada suhu 37°C

4. Linearitas

Sampai dengan 800 U/L.

5. Limitasi

- a. pada spesimen plasma mungkin terdapat kontaminasi dari LDH yang berasal dari trombosit, karena trombosit mengandung LDH yang tinggi



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- b. serum harus segera dipisahkan setelah terjadi proses pembekuan, karena eritrosit mengandung konsentrasi LDH yang tinggi
- c. serum yang hemolisis tidak dapat digunakan
- d. aktivitas LDH4 dan LDH 5 akan menurun bila disimpan pada -20°C

6. Nilai Rujukan

Tabel 20. Nilai Rujukan Lactate Dehydrogenase (LDH)

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (U/L)	Satuan Internasional (U/L)
Piruvat to Lactate Enzimatik, 30°C	Neonatus	415 – 690	415 – 690
	Dewasa	140 – 280	140 – 280
Enzimatik 37°C	Dewasa	208 – 378	208 – 378
Lactate to Piruvat Enzimatik, 30°C	Dewasa	35 – 100	35 – 100
Enzimatik 37°C	0 – 4 hr	290 – 775	290 – 775
	4 – 10 hr	545 – 2000	545 – 2000
	10 hr – 24 bl	180 – 430	180 – 430
	24 bl – 12 th	110 – 295	110 – 295
	12 – 60 th	110 – 210	110 – 210
	60 – 90 th	99 – 284	99 – 284

R. TROPONIN T/I

1. Definisi

Troponin merupakan suatu komplek protein yang berperan dalam kontraksi otot rangka dan otot jantung. Troponin dijumpai melekat pada tropomiosin dan terletak dalam filament-filamen actin. Terdapat 3 subunit troponin yaitu:

Troponin C (TnC) disebut juga *the calcium-binding component*, yang akan berikatan dengan ion Calsium yang akan merangsang Troponin I (TnI).

Troponin T (TnT) disebut juga *the tropomyosin-binding component*, yang berikatan dengan tropomyosin membentuk kompleks troponin-tropomyosin.

Troponin I (TnI) disebut juga *the inhibitory component* yang berikatan dengan actin, menahan kompleks troponin-tropomyosin pada tempatnya.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Saat ini troponin dijadikan petanda biokimiawi untuk kerusakan otot jantung terutama Troponin T (TnT) dan Troponin I (TnI) karena troponin akan segera dilepaskan dalam waktu 2–4 jam setelah terjadi kerusakan otot jantung dan mencapai puncaknya dalam waktu 48–72 jam, troponin masih dapat terukur 4–14 hari setelah serangan.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO / IFCC

- metode : 1) Imunoassay : TnT dan TnI
2) POCT : TnT dan TnI

b. yang banyak digunakan saat ini POCT

3. Spesimen

a. jenis spesimen

tergantung jenis kit yang dipakai, umumnya serum, kecuali Troponin T (TnT) memakai plasma heparin (Cardiac Reader Roche).

b. cara pengambilan

lebih diutamakan darah vena

c. cara penyimpanan

		Troponin T	Troponin I
suhu 20°- 25°C	:	1 hari	3 jam
suhu 2°- 8°C	:	7 hari	3 hari
suhu -20°C	:	3 bulan	4 minggu

4. Lower Limit Detection (LLD)

Troponin T : 0,01 ng/mL atau µg/L

Troponin I : 0,2 ng/mL atau µg/L

5. Limitasi

- dipengaruhi oleh spesifisitas antibodi dan epitope yang dipakai
- antikoagulan yang dipakai harus sesuai dengan kit yang dipakai

6. Nilai Rujukan

Troponin I dengan metode RIA : <10µg/L

ELISA : ≤ 3,1µg/L

Troponin T dengan metode ELISA : 0–0,1µg/L



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

S. FOSFOR

1. Definisi

Fosfat (fosfor) tubuh terdapat dalam bentuk anion fosfat. Konsentrasi fosfat inorganik dipengaruhi oleh fungsi kelenjar paratiroid, vitamin, absorpsi usus, fungsi ginjal, metabolisme tulang dan nutrisi.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Kompleks fosfomolibdat - UV

prinsip : Fosfat bereaksi dengan amonium molibdat untuk membentuk kompleks yang dapat diukur langsung dengan spektrofotometer pada λ ultraviolet 340 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini:

metode : Reduksi kompleks fosfomolibdat

prinsip : Fosfat bereaksi dengan amonium molibdat untuk membentuk kompleks fosfomolibdat. Kemudian ditambahkan agen pereduksi untuk membentuk senyawa fosfomolibdat biru yang dapat diukur absorbansnya pada λ 600-700 nm.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

serum, plasma heparin, K₂ EDTA.

b. cara pengambilan

dianjurkan spesimen pagi hari karena adanya variasi diurnal, konsentrasi fosfat lebih tinggi pada sore dan malam hari.

c. cara penyimpanan (stabilitas)

1) suhu 20°- 25°C stabil selama 24 jam

2) pada suhu 2°- 8°C stabil selama 4 hari

3) pada suhu -20°C stabil selama 1 tahun

4. Linearitas

0,31–20,0 mg/dL.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- a. trombositosis dapat menyebabkan fosfat meningkat palsu.
- b. fosfat meningkat pada gagal ginjal, hipoparatiroid, *tumor lysis syndrome*, keganasan, insufisiensi adrenal, akromegali, hipervitaminosis D, metastasis osteolitik, asidosis, pseudohipoparatiroid, sirosis.
- c. fosfat menurun pada hiperparatiroid, defisiensi vitamin D, malabsorpsi, malnutrisi, kelaparan, transplantasi tulang, defisiensi hormon pertumbuhan, alkoholisme kronik, alkalosis, metastasis osteoblastik, gout, hiperkalsemia berat, *renal tubular acidosis*, kehamilan dan hipotiroid.

6. Nilai Rujukan

Tabel 21. Nilai Rujukan Fosfor

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan Internasional (mmol/L)
Kolorimetrik	Tali pusat	3,7 – 8,1	0,323	1,20 – 2,62
	Prematur (1 mg)	5,4 – 10,9		1,74 – 3,52
	0 – 10 hr	4,5 – 9,0		1,45 – 2,91
	10 hr – 24 bl	4,5 – 6,7		1,45 – 2,16
	24 bl – 12 th	4,5 – 5,5		1,45 – 1,78
	12 – 60 th	2,7 – 4,5		0,87 – 1,45
	> 60 th Lk	2,3 – 3,7		0,74 – 1,20
	Pr	2,8 – 4,1		0,90 – 1,32

7. Nilai Kritis

Nilai kritis: <1,0 mg/dL.

T. KALSIUM TOTAL

1. Definisi

Kalsium adalah unsur mineral paling banyak dalam tubuh dengan distribusi utama pada tulang dalam bentuk hidroksiapatit. Kalsium ekstrasel berperan penting dalam koagulasi darah, konduksi saraf, kerja otot, aktivasi enzim dan menjaga integritas dan permeabilitas membran sel.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

prinsip : Kalsium mengabsorpsi cahaya dengan λ 422,7 nm. Jumlah cahaya yang diabsorpsi berbanding lurus dengan kadar kalsium.

b. yang banyak digunakan saat ini

- 1) Metode : Fotometri, kompleks cresophthalein
prinsip : Kalsium bereaksi dengan kompleks Cresophthalein o (o-CPC) pada lingkungan alkali dan membentuk kompleks berwarna lembayung (violet).
 $\text{Ca}^{2+} + \text{o-CPC} \rightarrow \text{kompleks Ca-o-CPC}$ (berwarna lembayung).
Intensitas warna berhubungan proporsional dengan konsentrasi kalsium dan diukur secara fotometrik.
- 2) metode : Ion selective electrode (free/ionized kalsium)
prinsip : Elektroda selektif kalsium mengukur perubahan tegangan oleh adanya kalsium dalam sel pengukuran dan dibandingkan terhadap elektroda rujukan.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
serum, plasma lithium-heparin. Tidak boleh menggunakan EDTA. Pemeriksaan kalsium bebas tidak boleh menggunakan pada lithium heparin
- b. cara pengambilan
plebotomi
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) suhu 20°- 25°C stabil selama 7 hari
 - 2) pada suhu 4°- 8°C stabil selama 3 minggu
 - 3) pada suhu -20°C stabil selama 8 bln
 - 4) calsium ion : 1 jam



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

4. Linearitas

Rentang pengukuran kalsium total pada 0,4-20 mg/dL.

5. Limitasi

- tidak boleh menggunakan EDTA karena EDTA akan mengikat kalsium, menyebabkan kadar rendah palsu.
- pemeriksaan kalsium bebas lebih sensitif dibandingkan pemeriksaan kalsium total. Hipokalsemia ditemukan pada gagal ginjal kronik, hipoalbuminemia, defisiensi magnesium, hipoparatiroid, pseudohipoparatiroid, osteomalasia, defisiensi vitamin D, pankreatitis hemoragik dan pada fase penyembuhan terapi hiperparatiroid, hipertiroid dan keganasan darah (*hungry bone syndrome*).
- hiperkalsemia dapat ditemukan pada hiperparatiroid, keganasan, hipervitaminosis D, mieloma multipel, penyakit Paget, sarkoidosis, tirotoksikosis, penyakit Addison.

6. Nilai Rujukan

Tabel 22. Nilai Rujukan Kalsium Total

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Spektrofotometri	Tali pusat	8,2 – 11,2	0,25	2,05 – 2,80
	Prematur	6,2 – 11,0		1,55 – 2,75
	0 – 10 hr	7,6 – 10,4		1,90 – 2,60
	10 hr – 24 bl	9,0 – 11,0		2,25 – 2,75
	24 bl – 12 th	8,8 – 10,8		2,20 – 2,70
	12 – 18 th	8,4 – 10,2		2,10 – 2,55
	18 – 60 th	8,6 – 10,0		2,15 – 2,50
	60 – 90 th	8,8 – 10,2		2,20 – 2,55
	> 90 th	8,2 – 9,6		2,05 – 2,40

7. Nilai kritis

Nilai kritis : $\leq 7,0$ mg/dL atau $\geq 12,0$ mg/dL



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

U. MAGNESIUM

1. Definisi

Magnesium adalah unsur kimia bernomor atom 12 dengan berat molekul 24,312. Magnesium adalah kofaktor banyak enzim intraselular termasuk enzim-enzim ATP-ase. Magnesium terutama terdapat intrasel semua jaringan dan tulang.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Atomic absorption spectrophotometry

prinsip : Setiap unsur kimia mengabsorpsi cahaya dengan panjang gelombang yang unik pada keadaan tidak tereksitasi. Magnesium mengabsorpsi cahaya dengan λ 285,2 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode Kolorimetri dengan klorofosfonazo

prinsip Klorofosfonazo III (CPZIII) berikatan dengan magnesium dan menyebabkan peningkatan absorbans.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

serum atau plasma (heparin).

b. cara pengambilan

darah 5 mL dari plebotomi. Serum/plasma harus secepatnya dipisahkan dari darah untuk mencegah peningkatan magnesium serum akibat tirisan sel.

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) pada suhu 20°- 25°C stabil selama 7 hari
- 2) pada suhu 4°- 8°C stabil selama 7 hari
- 3) pada suhu -20°C stabil selama 7 hari

4. Linearitas

Linearitas pada 0,24-6,08 mg/dL. Spesimen dengan kadar yang lebih tinggi harus diencerkan 1:1 dengan air suling. Lalu diperiksa ulang dan hasil dikalikan 2.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- a. bilirubin berpengaruh pada kadar 60 mg/dL. Hemolisis menyebabkan interferensi.
- b. hipomagnesemia dapat disebabkan oleh peningkatan ekskresi di ginjal dan/atau di saluran gastrointestinal seperti pada diare kronik, ataupun karena asupan yang kurang. Hipomagnesemia dapat menyebabkan aritmia jantung, gangguan neuromuskular (tetani, konvulsi, penurunan kesadaran) dan hipokalsemia refrakter.
- c. hipermagnesemia dapat terjadi pada gagal ginjal, penyakit Addison, asidosis diabetik, dehidrasi atau akibat terapi. Pemeriksaan magnesium dapat digunakan dalam monitoring terapi antikonvulsan magnesium sulfat atau terapi yang menyebabkan kehilangan magnesium seperti pada terapi cis platinum.
- d. serum hemolisis menyebabkan konsentrasi magnesium meningkat.
- e. peralatan harus bersih dari detergen.
- f. peralatan harus disposibel.

6. Nilai Rujukan

Tabel 23. Nilai Rujukan Magnesium

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Kolorimetrik	Bayi baru lahir	1,5 – 2,2	0,4114	0,62 – 0,91
	5 bl – 6 th	1,7 – 2,3		0,70 – 0,95
	6 – 12 th	1,7 – 2,1		0,70 – 0,86
	12 – 20 th	1,7 – 2,2		0,70 – 0,91
	Dewasa	1,6 – 2,6		0,66 – 1,07
	60 – 90 th	1,6 – 2,4		0,66 – 0,99
	> 90 th	1,7 – 2,3		0,70 – 0,95

7. Nilai kritis

≤ 1.0 mg/dL atau $\geq 9,0$ mg/dL



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

V. NATRIUM, KALIUM DAN KLORIDA

1. Definisi

Na adalah kation utama ekstraseluler, Kalium adalah kation utama intraseluler dan Cl adalah anion utama ekstraseluler. Ketiganya berfungsi mempertahankan keseimbangan air dan elektrolit tubuh.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : ISE (*ion selective electrode*)

prinsip : Terjadinya perubahan tegangan atau arus antara 2 elektroda yang diakibatkan adanya perubahan pada analit yang dianalisa.

b. yang Banyak digunakan saat ini sama dengan metode WHO/IFCC.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma Li-heparin
- 3) urin

b. cara pengambilan

- 1) pungsi vena
- 2) urin 24 jam

c. cara penyimpanan (stabilitas)

segera pisahkan serum atau plasma

Parameter	20° - 25°C	2° - 8°C	-20°C
Na	14 hari	14 hari	1 tahun
K	14 hari	14 hari	1 tahun
Cl	14 hari	14 hari	1 tahun

4. Linearitas

Serum : Na (80-180 mEq/L)

K (1.5-10 mEq/L)

Cl (60-140 mEq/L)



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

Hemolisa (Hb > 1g/dL),
ikterus (bilirubin > 60 mg/dL),
lipemia (intralipid > 2000 mg/dL)

6. Nilai Rujukan

Tabel 24. Nilai Rujukan Natrium

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mEq/L)	Faktor konversi	Satuan Internasional (mmol/L)
Flame fotometri, ISE, Kinetik	Tali pusat prematur	116 – 140	1,0	116 – 140
	Prematur 48 jam	128 – 148		128 – 148
	Bayi Tali pusat	126 – 166		126 – 166
	baru Matur	133 – 146		133 – 146
	lahir			
	Infant	139 – 146		139 – 146
	Anak-anak	138 – 145		138 – 145
	Dewasa	136 – 145		136 – 145
	> 90 th	132 – 146		132 – 146

Tabel 25. Nilai Rujukan Kalium

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mEq/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Flame fotometri, ISE, Kinetik	Tali pusat prematur	5,0 – 10,2	1,0	5,0 – 10,2
	Prematur 48 jam	3,0 – 6,0		3,0 – 6,0
	Bayi Tali pusat	5,6 – 12,0		5,6 – 12,0
	baru Matur	3,7 – 5,9		3,7 – 5,9
	lahir			
	Infant	4,1 – 5,3		4,1 – 5,3
	Anak-anak	3,4 – 4,7		3,4 – 4,7
	Dewasa	3,5 – 5,1		3,5 – 5,1

Tabel 26. Nilai Rujukan Klorida

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mEq/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
Kolorimetrik	Tali pusat	96 – 104	1,0	96 – 104
	Prematur	95 – 110		95 – 110
	0 – 30 hr	98 – 113		98 – 113
	Dewasa	98 – 107		98 – 107
	> 90 th	98 – 111		98 – 111



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

7. Nilai Kritis

Na : ≤ 120 mM/L	dan ≥ 160 mM/L
K : $< 2,5$ mM/L	dan $> 6,0$ mEq/L
Cl : < 80 mEq/L	dan > 120 mEq/L

W. GLUKOSA

1. Definisi

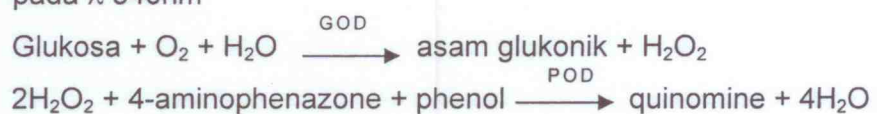
Glukosa adalah karbohidrat dalam bentuk monosakarida. Glukosa dalam darah jika tidak diperlukan akan disimpan di dalam hati dalam bentuk glikogen melalui proses glikogenesis. Jika diperlukan glikogen ini dapat diubah kembali menjadi glukosa melalui proses glikogenolisis, dan dilepaskan ke dalam darah.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : GOD

prinsip : Glukosa dioksidasi secara enzimatik menggunakan enzim GOD (glukosa oksidase), membentuk asam glukonik dan H_2O_2 kemudian bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin dengan enzim peroksidase (POD) sebagai katalisator membentuk quinomine. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam spesimen dan diukur secara fotometri pada λ 340nm

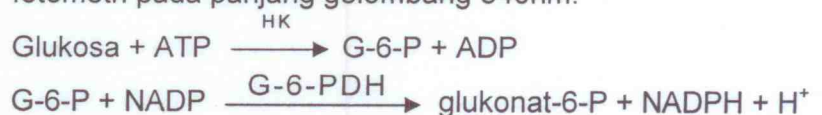


b. yang banyak digunakan saat ini

1) sama dengan metode standar WHO/IFCC

2) metode : Heksokinase

prinsip : Heksokinase (HK) sebagai katalisator mengubah glukosa menjadi glukosa 6-phosphat dan ADP. Glukosa-6-fosfat dehidrogenase (G-6-PDH) mengoksidase glukosa 6-fosfat menjadi glukosa-6-P dan NADP menjadi NADPH. Banyaknya NADPH yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam spesimen dan diukur secara fotometri pada panjang gelombang 340nm.





MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
serum, plasma EDTA, darah kapiler
- b. cara pengambilan
Gula darah puasa, sewaktu dan 2 jam setelah makan
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) pada suhu 20°C – 25°C stabil selama 6 jam
 - 2) pada suhu 2°C – 8°C stabil selama 3 hari
 - 3) pada suhu -20°C selama 3 bulan.

4. Linearitas

- a. keterbatasan pengukuran untuk metode GOD adalah : jika kadar glukosa $> 500\text{ mg/dL}$ perlu dilakukan pengenceran 1 bagian volume sampel : 2 bagian volume NaCl dan hasilnya dikalikan 3.
- b. keterbatasan pengukuran untuk metode heksokinase keterbatasan pengukuran adalah : jika kadar glukosa $> 750\text{ mg/dL}$ perlu dilakukan pengenceran 1 bagian volume spesimen : 1 bagian volume NaCl fisiologis dan hasilnya dikalikan 2.

5. Limitasi

Asam urat, glutation, ikterik dan asam askorbat akan mempengaruhi hasil pemeriksaan kadar glukosa.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

6. Nilai Rujukan

Tabel 27. Nilai Rujukan Glukosa

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (mg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (mmol/L)
▪ Puasa Heksokinase, GOD PAP	Tali pusat	45 – 96	0,0555	2,5 – 5,3
	Prematur	20 – 60		1,1 – 3,3
	Neonatus	30 – 60		1,7 – 3,3
	1 hr	40 – 60		2,2 – 3,3
	> 1 hr	50 – 80		2,8 – 4,4
	Anak-anak	60 – 100		3,3 – 5,6
	Dewasa	74 – 106		4,1 – 5,9
	60 – 90 th	82 – 115		4,6 – 6,4
	> 90 th	75 – 121		4,2 – 6,7
▪ 2 jam post prandial		< 120		< 6,66

X. HbA1c

1. Definisi

HbA1c adalah glikohemoglobin yang terbentuk dari reaksi non-enzimatik antara glukosa dengan N- terminal valin rantai b HbA dalam eritosit. Produk yang dihasilkan ini diubah melalui proses Amadori menjadi ketoamin yang stabil dan irreversibel, sehingga kadar HbA1c dapat menggambarkan rerata konsentrasi glukosa dalam darah selama 3 bulan terakhir sesuai umur eritrosit. Berdasarkan hal tersebut kadar HbA1c dalam darah dapat dipergunakan untuk mengetahui rerata kadar glukosa darah dalam 3 bulan terakhir pada penderita diabetes mellitus.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)

Prinsip : Pemisahan berbagai komponen jenis Hb oleh karena perbedaan muatan antar molekul Hb tersebut. Hemolisat yang mengandung berbagai jenis molekul Hb yang berbeda akan diabsorpsi pada fase padat yang bermuatan positif. Kecepatan elusi dari Hb yang berbeda jenis ditentukan oleh pH dan kekuatan ionik larutan dapat pengelusi. Fraksi yang dielusi dapat



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

dideteksi dengan menggunakan detektor cahaya. Besarnya area di bawah puncak absorpsi sesuai dengan persentase fraksi yang bersangkutan.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Imuno Turbidimetri

prinsip : HbA1c dalam darah akan bereaksi dengan antibodi anti-HbA1c membentuk kompleks antigen-antibodi yang larut, antibodi anti-HbA1c yang tidak terikat akan beraksi dengan polyhaptan yang ditambahkan membentuk kompleks antibody-polyhaptan yang tidak larut yang dapat diukur secara turbidimetri.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
whole blood +EDTA/heparin/oksalat
- b. cara pengambilan
dengan vena punksi
- c. cara penyimpanan (stabilitas)
 - 1) Pada 20°- 25°C : 3 hari
 - 2) Suhu 2°- 8°C: 7 hari
 - 3) Suhu -20°C : 6 bulan

4. Linearitas

2.0–16,0%

5. Limitasi

- a. kadar terendah HbA1c yang dapat dideteksi pada metode turbidimetri adalah 0,2 g/dL
- b. spesimen ikterik (bila kadar bilirubin > 50 mg/dL) akan meningkatkan kadar HbA1C secara palsu
- c. spesimen hemolisis akan menurunkan kadar HbA1C secara palsu
- d. lipemik (bila kadar trigliserida > 800 mg/dL)
- e. faktor reumatoid > 750 IU/mL
- f. asam ascorbat > 50mg/dL.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

6. Nilai Rujukan

2.5 – 6.0 % : kontrol DM baik
6.1 – 8.0 % : kontrol DM sedang
>8.0 % : kontrol DM buruk

HbA1c (DCCT) %	HbA1c (IFCC) mmol/mol
4.0	20
5.0	31
6.0	42
6.5	48
7.0	53
7.5	59
8.0	64
9.0	75
10.0	86
11.0	97
12.0	108

DCCT : Diabetes Control and Complication Trail

IFCC : International Federation of Clinical Chemistry

Y. SERUM IRON (Fe)

1. Definisi

Kelompok prostetik hemoglobin adalah besi kompleks protoporfirin IX (heme) di mana atom terletak di pusat bertindak sebagai stabilisator besi dari oksihemoglobin. Banyak enzim dan koenzim memerlukan besi, misalnya peroksidase, katalase, sitokrom (yang juga protein heme), banyak enzim dari siklus Krebs, dan oksidase monoamina (yang terlibat dalam neurotransmission).

kadar besi tubuh total adalah sekitar 3 - 3,5 g. Dari jumlah ini sekitar 2,5 g terdapat dalam eritrosit atau prekursornya di sumsum tulang. Plasma hanya mengandung 2,5 mg besi. Besi diangkut sebagai Fe (III) terikat pada apotransferrin protein plasma. The apotransferrin-Fe (III) disebut transferin. Besi disimpan terutama di hepatosit terikat feritin dan hemosiderin. Kebutuhan total tubuh bervariasi dari 1 hingga 2 mg per hari tergantung pada usia dan jenis kelamin.



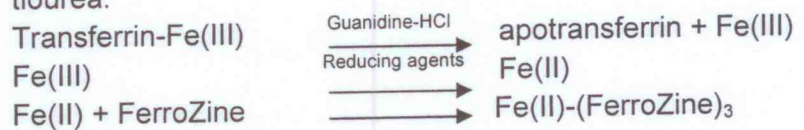
MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO / IFCC

metode : Ferrozine tanpa deproteinase

prinsip : Fe (III) dilepaskan dari transferin oleh hidroklorida guanidine dan direduksi menjadi Fe (II) oleh askorbat dan hidroksilamin. Ion besi bivalen membentuk kompleks berwarna merah chelate dengan FerroZine. Untuk mencegah gangguan tembaga, ion cupric terikat dengan tiourea.



Intensitas warna chelat yang terbentuk berbanding lurus dengan konsentrasi besi. Absorbansi larutan ditentukan dengan cara fotometri mengukur pada λ 552 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini

sama dengan metode yang digunakan WHO/IFCC

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum (bebas dari hemolisis dan lipemik)
- 2) lithium heparin

b. cara pengambilan

darah vena

sampel harus diambil pada pagi hari dari pasien dalam keadaan puasa, karena kadar besi dapat menurun sebesar 30% sepanjang hari. Untuk follow up harus dilaksanakan pada pagi hari.

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) pada suhu 20°– 25°C stabil selama 7 hari
- 2) pada suhu 4°– 8°C stabil selama 3 minggu
- 3) pada suhu –20°C stabil selama 1 tahun

4. Linearitas

Linear sampai dengan 150 $\mu\text{mol/L}$ (840 $\mu\text{g/dL}$)



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Limitasi

- a. konsentrasi besi serum dapat menurun pada pasien dengan anemia defisiensi besi dan dalam keadaan inflamasi akut atau kronis, seperti infeksi akut, imunisasi, dan infark miokard. Akut atau perdarahan akut, termasuk donor darah, akan memiliki konsentrasi besi serum yang rendah. Konsentrasi besi serum juga menurun pada saat menstruasi.
- b. peningkatan konsentrasi serum besi dapat terjadi pada gangguan metabolisme zat besi hemokromatosis, hepatitis akut, keracunan besi akut pada anak-anak, dan setelah menelan obat preparat besi atau pemberian fe secara parenteral.
- c. dalam kasus yang jarang terjadi, konsentrasi sangat tinggi imunoglobulin monoklonal, karena gammopathies monoklonal, dapat menyebabkan kekeruhan pada saat reaksi dalam kuvet dan meningkatkan secara langsung hasil uji besi kolorimetri.
- d. pada pasien yang diobati dengan suplemen zat besi, besi yang terikat obat mungkin tidak bereaksi dengan benar dalam tes, sehingga hasil rendah palsu.
- e. serum yang ikterik dapat menyebabkan kadar Fe rendah palsu.
- f. serum yang lipemik dan hemolisis dapat menyebabkan kadar Fe tinggi palsu.

6. Nilai Rujukan

Tabel 28. Nilai Rujukan Serum Iron (Fe)

Metode	Usia dan jenis kelamin		Konvensional (µg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (µmol/L)
Kolorimetrik	Bayi baru lahir		100 – 250	0,179	17,9 – 44,8
	Infant		40 – 100		7,2 – 17,9
	Anak-anak		50 – 120		9,0 – 21,5
	Dewasa	Lk	65 – 175		11,6 – 31,3
		Pr	50 – 170		9,0 – 30,4

Z. TOTAL IRON BINDING CAPACITY (TIBC)

1. Definisi

Tes yang mengukur kadar transferin secara tidak langsung dalam aliran darah. Transferin adalah protein yang membawa besi dalam tubuh. Tes ini digunakan untuk mengevaluasi anemia. Peningkatan nilai TIBC dapat ditemukan pada anemia defisiensi besi, dan polisitemia vera. Kapasitas pengikatan besi total yang lebih rendah dari normal dapat dilihat pada



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

sirosis, *sickle cell anemia*, hipoproteinemia, anemia pernisirosa dan anemia hemolitik.

2. Metode dan Prinsip

a. Standar WHO / IFCC

metode : Tidak langsung (Menghitung nilai UIBC + nilai SI = TIBC)
Direct determination with FerroZine

prinsip : $\text{Fe (II)} + \text{transferrin} \xrightarrow{\text{Alkaline buffer}} \text{transferrin-Fe(III)} + \text{Fe (II)}$
(excess)

$\text{Fe (II)} (\text{excess}) + 3 \text{ FerroZine} \longrightarrow \text{Fe(II)-(FerroZine)}_3$

Intensitas warna yang terbentuk berbanding lurus dengan konsentrasi besi terikat kelebihan dan secara tidak langsung sebanding dengan kapasitas TIBC mengikat besi tak jenuh. Intensitas warna ditentukan dengan cara fotometri dengan mengukur absorbansi larutan pada λ 552 nm.

- b. yang banyak digunakan saat ini
sama dengan metode yang digunakan IFCC/WHO.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum (bebas dari hemolisis dan lipemik)
- 2) lithium heparin

b. cara pengambilan

- 1) darah vena
- 2) darah kapiler

sampel harus diambil pada pagi hari dari pasien dalam keadaan puasa, karena nilai besi dapat menurun sebesar 30% sepanjang hari.

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) pada suhu $15^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$ stabil selama 4 hari
- 2) pada suhu 4°C stabil selama 7 hari.

4. Linearitas

Linear sampai dengan 125 $\mu\text{mol/L}$ (700 $\mu\text{g/dL}$).

5. Limitasi

- a. ascorbat pada ascorbic acid lebih besar dari 20 mg/dL menyebabkan penurunan hasil TIBC secara signifikan



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- b. desferal memperlihatkan penyimpangan kurang dari 5% pada 11,5 µg/mL dan penyimpangan kurang dari 10% pada 23 µg/mL.

6. Nilai Rujukan

Tabel 29. Nilai Rujukan *Total Iron Binding Capacity* (TIBC)

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (µg/dL)	Faktor konversi	Satuan internasional (µmol/L)
Kolorimetrik	Dewasa	250 - 425	0,179	44,8 – 76,1

AA.AMILASE

1. Definisi

Amilase adalah enzim yang menghidrolisis amilum menjadi glukosa, disekresi oleh kelenjar ludah dan pankreas.

2. Metode dan Prinsip

a. standar WHO/IFCC

metode : Reaksi Enzimatik, EPS-G7

prinsip : 4,6-Ethylidene(G1)-4-nitrophenyl(G7)-α-(1->4)-D-maltoheptaoside (substrat) oleh amilase dihidrolisis menjadi 4,6-ethylidene-GP [GP: α-(1->4)-D-glucopyranosy] -Gx + 4-Nitrophenyl-GP-G(7-x). Lalu 4-Nitrophenyl-GP-G(7-x) diubah oleh α-glucosidase menjadi 4-Nitrophenol kompleks (berwarna) dan (7-x) glucose.

Intensitas warna kompleks yang terbentuk sebanding dengan aktivitas amilase, absorbansi larutan diukur pada λ 405 nm secara fotometri.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Kolorimetrik enzimatik (CNPG3 Blocked Substrate)

prinsip : Amilase akan menghidrolisis 2-Chloro-p-Nitrophenil-α-D-maltoheptaose (CNPG7) menjadi 2-Chloro-Nitrophenilmaltotetraose (CNPG4) + p-nitrophenylmaltotriose (CNPG3) + Maltotriose (G3). Kemudian p-nitrophenylmaltotriose oleh α-glucosidase diubah menjadi p-nitrophenol (berwarna) dan glucose. Intensitas warna kompleks yang terbentuk sebanding dengan aktivitas amilase, absorbansi larutan kompleks



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

diukur pada λ 405 nm secara fotometri.

3. Spesimen

- a. jenis spesimen
 - 1) serum
 - 2) plasma
 - heparin
- b. cara pengambilan
 - 1) darah kapiler
 - 2) darah vena
- c. cara penyimpanan
 - 1) pada suhu 20°– 25°C stabil selama 1 hari
 - 2) pada suhu 2°– 8°C stabil selama 7 hari
 - 3) pada suhu -20°C stabil selama 2 bulan - 1 tahun

4. Linearitas

Linear sampai 1500 U/L.

5. Limitasi

- a. kadar bilirubin total > 60 mg/dL mempengaruhi hasil
- b. kadar Hb > 25 g/dL mempengaruhi hasil
- c. glukosa > 2160 mg/dL
- d. lipemia > 1000 mg/dL

6. Nilai Rujukan

Tabel 30. Nilai Rujukan Amilase

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μ Kat/L)
Enzimatik	Bayi baru lahir	5 – 65	0,017	0,09 – 1,11
	Dewasa	27 – 131		0,46 – 2,23
	60 – 90 th	24 – 151		0,41 – 2,57



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

BB.LIPASE

1. Definisi

Lipase adalah enzim yang menghidrolisis terutama estergliserol asam lemak rantai panjang (pada C1 dan C3 dari ikatan ester), menghasilkan dua molekul asam lemak dan satu molekul β -monogliserid, dihasilkan oleh kelenjar pankreas dan sebagian kecil dari usus halus.

2. Metode dan Prinsip

a. standar IFCC

metode : Kolorimetrik enzimatik

prinsip : Senyawa S-acyl (substrate) oleh lipase dihidrolisis menghasilkan grup sulfhidril. Lalu sulfhidril direaksikan dengan sulfhidril kromogenik [5,5'-dithiobis (2-nitrobenzoic acid)] menghasilkan senyawa kompleks berwarna, yang absorbansi larutan kompleksnya diukur pada λ 340 nm secara fotometri.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Kolorimetrik kinetik

prinsip : Lipase menghidrolisis substrat [1,2-o-dilauryl-rac-glycerol-3-glutaric acid-(6'-methylresorufin)-ester, DGGR] menjadi 1,2-o-dilauryl-rac-glycerol dan glutaric acid-(6'-methylresorufin)-ester.

Kemudian Glutaric acid-(6'-methylresorufin)-ester dalam suasana basa mengalami dekomposisi spontan membentuk glutaric acid dan methylresorufin. Warna kompleks ungu-kebiruan absorbansi larutan kompleks tersebut diukur pada λ 580 nm secara fotometri.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma
- heparin

b. cara pengambilan

- 1) kapiler
- 2) vena



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- c. cara penyimpanan (stabilitas)
- 1) pada suhu 20°C – 25°C stabil selama 1 hari
 - 2) pada suhu 2°C – 8°C stabil selama 7 hari
 - 3) pada suhu -20°C stabil selama 2 bulan sampai dengan 1 tahun
 - 4) pada suhu -70°C stabil selama 3 tahun

4. Linearitas

Sampai 1000 U/L

5. Limitasi

- a. sampel tidak boleh hemolisis
- b. alat yang digunakan harus yang disposable
- c. lipase mikrobial dapat mempengaruhi hasil (alat harus bebas kuman)
- d. kolesterol esterase dapat mempengaruhi hasil

6. Nilai Rujukan

Tabel 31. Nilai Rujukan Lipase

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional ($\mu\text{Kat/L}$)
Titration	Dewasa	< 160	0,017	< 2,72
Turbidimetry	Dewasa > 60 th	13 – 141 0,302		0,22 – 2,40 0,00 – 5,13
Optimized turbidimetry	20 – 60 th > 90 th	31 – 186 26 - 267		0,53 – 3,16 0,44 – 4,54

CC.KOLINESTERASE

1. Definisi

Kolinesterase adalah enzim hidrolase yang menghidrolisis asyilkolin atau asetilkolin menjadi kolin dan karboksilat atau asetat, dihasilkan oleh jaringan (PChE: hati, pancreas, otak, ginjal, usus halus dan miokardium; AChE: RBC, jaringan saraf, otot rangka, plasenta).



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

2. Metode dan Prinsip

a. standard IFCC

metode : Kolorimetrik, substrat butiriltiokolin (BTC)

prinsip : butiriltiokolin dihidrolisis kolinesterase menjadi tikolin dan butirat.

Tiokolin direaksikan dengan DTNB [dithiobis-(2-nitrobenzoic acid)] membentuk 2-nitro-mercapto-benzoat, senyawa berwarna. Intensitas warna sebanding dengan aktivitas kolinesterase, dibaca pada λ 405 nm.

b. yang banyak digunakan saat ini

metode : Kinetik kolorimetrik, DGKC

prinsip : Kolinesterase dalam serum/plasma menghidrolisis butiriltiokolin menjadi butirat and tiokolin. Lalu tiokolin mereduksi ion-ferisianide menjadi ferosianida. Penurunan nilai absorbansi yang dibaca pada λ 405 nm sebanding dengan aktivitas enzim dalam sampel.

3. Spesimen

a. jenis spesimen

- 1) serum
- 2) plasma
 - a) heparin
 - b) EDTA

b. cara pengambilan

- 1) darah kapiler
- 2) darah vena

c. cara penyimpanan (stabilitas)

- 1) pada suhu 20°– 25°C stabil selama 1 hari
- 2) pada suhu 2°– 8°C stabil selama 7 hari
- 3) pada -20°C stabil selama 2 bulan sampai dengan 1 tahun

4. Linearitas

Sampai 12000 U/L

5. Limitasi

- a. reagen kerja hanya stabil 2 jam pada suhu kamar
- b. hemoglobin > 200 mg/dL



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- c. bilirubin > 20 mg/dL
- d. triglycerides > 1000 mg/dL

6. Nilai Rujukan

Tabel 32. Nilai Rujukan Kolinesterase

Metode	Usia dan jenis kelamin	Konvensional (U/L)	Faktor konversi	Satuan internasional (μKat/L)
Kolorimetri		4,9 – 11,9	1,0	4,9 – 11,9

IV. PASCA ANALITIK

A. VERIFIKASI HASIL

Verifikasi adalah upaya pencegahan terjadinya kesalahan dalam melakukan kegiatan laboratorium mulai dari tahap pra analitik sampai pasca analitik dengan melakukan pengecekan setiap tindakan/proses pemeriksaan.

Adapun verifikasi yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Tahap pra analitik

- a. formulir permintaan pemeriksaan sebaiknya memuat secara lengkap :
 - 1) tanggal permintaan
 - 2) tanggal dan jam pengambilan spesimen
 - 3) identitas pasien
 - 4) identitas dari yang meminta pemeriksaan
 - 5) nomor laboratorium
 - 6) diagnosis/keterangan klinik
 - 7) obat yang telah diberikan dan lama pemberian
 - 8) pemeriksaan laboratorium yang diminta
 - 9) jenis spesimen
 - 10) volume spesimen
 - 11) nama pengambil spesimen
- b. persiapan pasien
persiapan pasien sesuai persyaratan pengambilan darah menurut jenis pemeriksaan.
- c. pengambilan dan penerimaan spesimen
 - 1) dokumentasi pengambilan spesimen



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- a) verifikasi identitas pasien dan jenis pemeriksaan
- b) verifikasi jam pengambilan spesimen
- c) *informed consent* secara lisan
- 2) cara pengambilan spesimen yang benar
- 3) harus memperhatikan stabilitas spesimen dan cara transportasi
- d. penanganan spesimen
 - 1) tehnik pengolahan spesimen dilakukan sesuai persyaratan
 - 2) kondisi penyimpanan spesimen sudah tepat
 - 3) penanganan spesimen sudah benar untuk pemeriksaan khusus
 - 4) kondisi pengiriman spesimen sudah tepat
- e. persiapan sampel untuk analisa
 - 1) kondisi sampel memenuhi persyaratan
 - 2) volume sampel cukup
 - 3) identifikasi sampel sudah benar

2. Tahap Analitik

- a. persiapan reagen
 - 1) reagen memenuhi syarat
 - 2) masa kadaluarsa tidak terlampaui
 - 3) cara pelarutan atau pencampurannya sudah benar
 - 4) cara pengenceran sudah benar
 - 5) pelarutnya memenuhi syarat
 - 6) penyimpanan dan stabilitas reagen
- b. pipetasi reagen dan sampel
 - 1) semua peralatan laboratorium yang digunakan bersih, memenuhi persyaratan
 - 2) pipet yang digunakan sudah dikalibrasi
 - 3) pipetasi dilakukan dengan benar
 - 4) urutan prosedur diikuti dengan benar
- c. inkubasi
 - 1) suhu inkubasi sesuai dengan persyaratan
 - 2) waktu inkubasi tepat
- d. pemeriksaan alat/instrumen berfungsi dengan baik (terkalibrasi)



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- e. pembacaan hasil penghitungan, pengukuran, identifikasi dan penilaian sudah benar. Apabila menggunakan faktor perlu penilaian berkala terhadap faktor yang digunakan.

3. Tahap Pasca Analitik

Pelaporan Hasil

- a. tidak salah transkrip
- b. hasil harus terbaca dengan jelas
- c. nilai rujukan harus disesuaikan dengan metode yang digunakan
- d. pemberian tanda untuk hasil pemeriksaan di luar rentang nilai rujukan.
- e. catatan/komentar keahlian bila perlu

B. VALIDASI HASIL

- 1. PMI
- 2. kesesuaian hasil terhadap parameter lain
- 3. kesesuaian hasil dengan keadaan klinis pasien.

C. PENULISAN HASIL PEMERIKSAAN

- 1. Hal yang perlu diperhatikan dalam penulisan hasil pemeriksaan yaitu : hasil pemeriksaan harus divalidasi oleh penanggung jawab laboratorium atau petugas laboratorium yang diberi wewenang.
- 2. Penulisan angka dan satuan yang digunakan pada penulisan hasil pemeriksaan perlu disesuaikan mengenai desimal angka dan satuan yang digunakan terhadap nilai rujukan. Satuan yang bisa digunakan adalah Satuan konvensional dan atau Satuan Internasional.
- 3. Pencantuman nilai rujukan setiap hasil laboratorium harus mencantumkan nilai rujukan. Nilai rujukan bisa diadopsi dari :
 - a. kit insert
 - b. buku teks baku
 - c. konsensus nasional/internasionalpada penulisan hasil pemeriksaan perlu dicantumkan nilai rujukan, yaitu rentang nilai yang dianggap merupakan hasil pemeriksaan normal. Pada pencantuman nilai rujukan perlu dicantumkan metode pemeriksaan yang digunakan serta kondisi lain yang harus diinformasikan seperti batas usia



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

dan jenis kelamin. Satuan penulisan juga harus sama antara hasil pemeriksaan dengan nilai rujukan.

4. Pencantuman keterangan yang penting dan hal-hal yang dianggap perlu.

D. PENCATATAN

Setiap laboratorium harus menentukan *turn around time* (waktu penyerahan hasil pemeriksaan) sesuai dengan kemampuan laboratorium masing-masing. Pencatatan dan pelaporan kegiatan pemeriksaan 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.

Pencatatan kegiatan pemeriksaan di laboratorium dapat dilakukan dengan membuat buku sebagai berikut:

1. Catatan register penerimaan spesimen terdapat di loket berisi data pasien (nama umur, alamat, jenis kelamin dan lain-lain) dan jenis pemeriksaan.
2. Catatan register besar/induk berisi data pasien secara lengkap serta hasil pemeriksaan spesimen.
3. Catatan register/catatan kerja harian tiap tenaga :
 - a. data masing-masing pemeriksaan
 - b. data rekapitulasi jumlah pasien dan spesimen yang diterima.
4. Catatan register pemeriksaan rujukan.
5. Buku ekspedisi dari ruangan/rujukan.
6. Buku komunikasi pertukaran petugas (shift).
7. Catatan register perawatan/kerusakan.
8. Kartu status alat dan catatan stok reagen.
9. Catatan kalibrasi.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

V. PEMANTAPAN MUTU

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

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

A. PEMANTAPAN MUTU INTERNAL

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

1. Faktor-faktor Yang Berpengaruh Pada Pemantapan Mutu Internal

Berapa faktor yang mempengaruhi pemantapan mutu internal antara lain komitmen untuk mencapai hasil yang bermutu, fasilitas, dana, petugas yang kompeten, tindakan kontrol terhadap faktor pra analitik, analitik dan pasca analitik, monitoring kontrol dengan statistik serta adanya mekanisme pemecahan masalah.

2. Kegiatan Pada Pemantapan Mutu Internal

a. kontrol pra analitik

- 1) persiapan spesimen
sebelum spesimen diambil, pasien harus dipersiapkan terlebih dahulu dengan baik sesuai dengan persyaratan pengambilan spesimen untuk itu perlu dibuat petunjuk tertulis untuk persiapan pasien pada setiap pemeriksaan laboratorium
- 2) pengambilan dan penanganan spesimen
spesimen harus diambil secara benar dengan memperhatikan waktu, lokasi, volume, cara, peralatan, wadah spesimen, pengawet/antikoagulan, sesuai dengan persyaratan pengambilan spesimen
- 3) penyimpanan dan transportasi spesimen
metode transportasi spesimen, separasi dan penyimpanan harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku sehingga tidak berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan
- 4) identifikasi dan pencatatan pasien
sebelum melakukan pemeriksaan perlu diperhatikan identifikasi dan pencatatan data pasien dengan benar



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5) kalibrasi Peralatan

salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium adalah peralatan laboratorium, oleh karena itu alat perlu dipelihara dan dikalibrasi secara berkala sesuai dengan petunjuk pabrik. Kalibrasi peralatan untuk alat yang dikeluarkan oleh pabrik tertentu dapat dilakukan oleh pabrik yang memproduksi alat tersebut. Untuk alat yang tidak dikeluarkan oleh pabrik tertentu dapat dilakukan oleh badan/institusi yang berwenang.

Kalibrasi dilakukan dengan kalibrator, dilakukan pada pertama kali alat dioperasikan, secara berkala, bila kontrol tidak memenuhi syarat atau pada saat setelah perbaikan alat. Dapat dikerjakan sendiri atau dengan bantuan pemasok (vendor).

6) pemilihan metode pemeriksaan

- a) menggunakan metode pemeriksaan yang sudah baku, dan dianjurkan oleh Badan/Lembaga Internasional
- b) menggunakan reagensia yang stabil
- c) reagen mempunyai nilai sensitivitas dan spesivitas yang baik
- d) sebaiknya digunakan metode yang mudah dilakukan
- e) periksa adanya kesinambungan dari reagen

7) pemilihan larutan standar, kalibrator dan bahan kontrol

ketelusuran hasil pemeriksaan sering tergantung pada kualitas bahan kontrol dan kalibrasi yang dikeluarkan oleh pabrik yang memproduksi. Mutu bahan kontrol dan kalibrator yang baik dan metode yang tetap digunakan untuk validasi metode dan reagen yang digunakan.

8) dokumentasi metode kerja

langkah-langkah metode pemeriksaan (SOP) penting didokumentasikan untuk menjaga konsistensi mutu hasil pemeriksaan jika digunakan oleh analis yang berbeda. SOP wajib dikaji ulang dan diperbaharui secara berkala.

9) kompetensi petugas pemeriksa

petugas yang berperan dalam proses pemeriksaan di laboratorium harus memiliki tingkat pendidikan dan keterampilan yang memadai untuk menjalankan proses pemeriksaan dengan benar. Pendidikan dan pengalaman sangat diperlukan disamping pelatihan dan lokakarya yang diselenggarakan oleh organisasi profesi secara berkala.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

b. kontrol analitik

monitoring proses analitik yaitu dengan melakukan uji ketelitian dan ketepatan dengan menggunakan bahan kontrol.

Dalam penggunaan bahan kontrol, pelaksanaannya harus diperlakukan sama dengan bahan pemeriksaan spesimen, tanpa perlakuan khusus baik alat, metode pemeriksaan, reagen maupun tenaga pemeriksa.

Dalam melaksanakan uji ketelitian dan ketepatan ini digunakan bahan kontrol *assayed*, sekurang kurangnya digunakan 2 bahan kontrol dengan kadar yang berbeda (normal dan abnormal).

Untuk menilai hasil pemeriksaan yang dilakukan terkontrol atau tidak, digunakan *Control Chart Levey-Jennings* dan aturan Westgard. Sistem ini bertujuan untuk memonitor variasi yang timbul selama pemeriksaan, baik variasi sistemik ataupun random.

Kegiatan yang harus dilakukan pada pengujian ini adalah:

1) periode pendahuluan

pada periode ini ditentukan nilai dasar yang merupakan nilai rujukan untuk pemeriksaan selanjutnya.

Caranya adalah sebagai berikut:

- a) periksa bahan kontrol bersamaan dengan pemeriksaan spesimen setiap hari kerja diperiksa sampai mencapai 25 hari kerja. Apabila belum diperoleh, dapat menggunakan nilai kontrol dari pabrik.
- b) catat setiap nilai yang diperoleh tiap hari kerja tersebut dalam formulir periode pendahuluan. Contoh formulir periode pendahuluan dapat dilihat pada formulir 1.
- c) setelah diperoleh 25 nilai pemeriksaan, hitung nilai rata-ratanya (mean), standar deviasi (SD), Koefisien Variasi (CV), batas peringatan ($\text{Mean} \pm 2\text{SD}$) dan batas kontrol ($\text{mean} \pm 3\text{SD}$).
- d) teliti kembali apakah ada nilai yang melebihi batas $\text{mean} \pm 3\text{SD}$. Bila ada maka nilai tersebut dihilangkan dan tulis kembali nilai pemeriksaan yang masih ada kedalam formulir A periode pendahuluan, kemudian hitung kembali nilai mean, SD, CV, $\text{mean} \pm 2\text{SD}$, $\text{mean} \pm 3\text{SD}$.

Nilai mean dan SD yang diperoleh ini dipakai sebagai nilai rujukan pada periode kontrol.

2) periode kontrol

merupakan periode untuk menentukan baik atau tidaknya pemeriksaan pada hari



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- a) periksa bahan kontrol setiap hari kerja atau pada hari parameter tersebut diperiksa
- b) catatlah nilai yang diperoleh pada formulir periode kontrol. Contoh formulir periode kontrol dapat dilihat pada formulir 2
- c) hitung penyimpangannya terhadap nilai rujukan dalam satuan SD (Standar Deviasi Indeks) dengan rumus:

$$\text{Satuan SD} = \frac{X1 - \text{Mean}}{SD}$$

satuan SD yang diperoleh di plot pada kertas grafik kontrol seperti dapat dilihat pada formulir 3. Sumbu X dalam grafik kontrol menunjukkan hari/tanggal pemeriksaan, sedangkan sumbu Y menunjukkan satuan SD yang diperoleh.

3) evaluasi hasil uji ketelitian adalah sebagai berikut:

- a) apabila hasil pemeriksaan terletak di dalam batas perhitungan ($\text{mean} \pm 2SD$), maka hasil pemeriksaan bahan kontrol dinyatakan terkontrol baik sehingga seluruh pemeriksaan spesimen pada hari pemeriksaan tersebut dianggap dapat diterima hasilnya.
- b) apabila hasil pemeriksaan terletak di daerah peringatan ($\text{mean} \pm 2SD$ sampai $\text{mean} \pm 3SD$), maka kemungkinan terjadi penyimpangan hasil pemeriksaan bahan kontrol sehingga perlu diteliti prosedur pemeriksaannya tetapi belum perlu dilakukan pemeriksaan ulang.
- c) hasil pemeriksaan dinyatakan menyimpang bila :
 - ada hasil pemeriksaan bahan kontrol terletak di luar batas kontrol ($\text{mean} \pm 3 SD$).
 - hasil pemeriksaan bahan kontrol selama 2 kali berturut-turut terletak di luar batas peringatan ($\text{mean} \pm 2SD$) pada pihak yang sama.
 - hasil pemeriksaan bahan kontrol selama 4 kali berturut-turut lebih dari $\text{mean} \pm 1SD$ dan terletak pada pihak yang sama.
 - hasil pemeriksaan bahan kontrol selama 7 hari berturut-turut cenderung meningkat atau menurun (disebut TREND).
 - hasil pemeriksaan bahan kontrol selama 7 hari berturut-turut terletak pada pihak yang sama (disebut SHIFT).



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Berikut ini adalah aturan Westgard (formulir 4):

Aturan	Keterangan	Symbol	Type Kesalahan
1	1 nilai kontrol diluar 3SD	1 -3s	Random
2	2 nilai kontrol berturut turut di luar 2SD pada Sisi yang sama (2-2S)	2-2s	Sistematik
3	2 dari 3 nilai berturut turut diluar 2SD (2 of 3-2S)	2 of 3-2s	Random
4	Rentang antara 2 nilai kontrol berturut turut diluar 2SD pada sisi yang berlawanan (R-4S)	R-4s	Sistematik
5	4 nilai kontrol berturut turut diluar 1SD pada Sisi yang sama (4-1S)	4-1s	Sistematik
6	10 nilai kontrol berturut turut berada pada sisi yang sama dari nilai rerata (10-x)	10-X	Sistematik

dibawah ini adalah petunjuk umum mengenai tindakan yang diambil bila grafik pemantapan mutu tidak terkontrol :

- 1) amati sumber kesalahan yang mungkin dilihat, misalnya perhitungan, pipet, probe tersumbat
- 2) ulangi pemeriksaan serum kontrol
- 3) apabila hasil pengulangan masih buruk, pakai serum kontrol yang baru
- 4) apabila tidak ada perbaikan, amati instrumen yang dipakai, apakah pemeliharaan telah dilakukan atau tidak
- 5) pakai serum kontrol yang diketahui nilainya. Apabila hasil pemeriksaan menunjukkan perbaikan, berarti terdapat kerusakan serum kontrol
- 6) apabila ada keraguan, pakai serum kontrol yang mempunyai nilai yang berbeda
- 7) gunakan standar baru
- 8) ganti reagen
- 9) cek peralatan.

Hal-hal penting yang harus diperhatikan :

- 1) presisi dan akurasi
nilai presisi menunjukkan seberapa dekat suatu hasil pemeriksaan bila dilakukan berulang dengan sampel yang sama. Ketelitian terutama dipengaruhi oleh kesalahan acak yang tidak



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

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

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

SD = Standar Deviasi (simpangan baku)

$\bar{X}$ = Rata-rata hasil pemeriksaan berulang.

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

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

Di bawah ini dicantumkan batas minimum presisi (CV maksimum) beberapa pemeriksaan dalam kimia klinik:

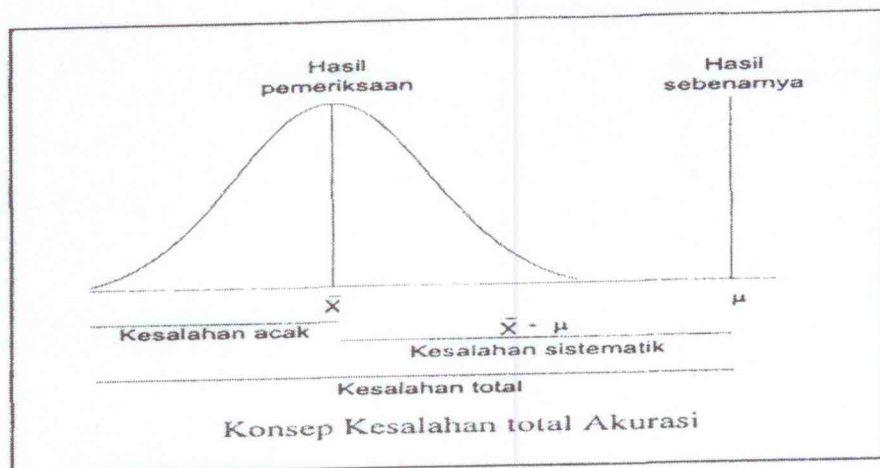
Tabel 33. Daftar Batas Minimum Presisi (CV Maksimum)

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
GPT	7
YGT	7
LDH	7
Fosfatese Alkali	7
Fosfatase Asam	11
Kolinesterase	7
Kreatin Kinase	8
Natrium	7
Kalium	2,7
Klorida	2
Kalsium	3,3
Fosfor Organik	5
Magnesium	4
Besi	7

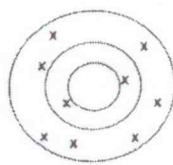


MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

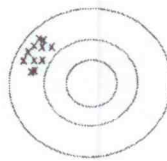
- 2) akurasi (ketepatan) atau inakurasi (ketidaktepatan) dipakai untuk menilai adanya kesalahan acak atau sistematis atau keduanya (total). Nilai akurasi menunjukkan kedekatan hasil terhadap nilai sebenarnya yang telah ditentukan oleh metode standar.



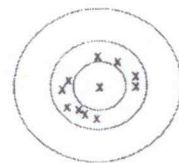
- 3) akurasi dan presisi adalah independen satu dengan yang lainnya



A. Akurasi buruk
Presisi buruk



B. Akurasi buruk
Presisi baik



C. Akurasi baik
Presisi baik

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.

c. kontrol pasca analitik

faktor yang mempengaruhi antara lain pencatatan data pasien, hasil pemeriksaan dan penyampaian hasil pada klinisi. Kesalahan kesalahan pada pelaporan data dapat dikurangi dengan pencatatan data yang teliti dengan menggunakan komputer.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

B. 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 :

1. Tingkat nasional/tingkat pusat.
2. Tingkat Regional.
3. Tingkat Propinsi/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, serta untuk memperbaiki kinerja dari laboratorium bersangkutan. 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 dapat mencerminkan penampilan laboratorium tersebut yang sebenarnya. Setiap nilai yang diterima dari penyelenggara di catat dan dievaluasi untuk mencari penyebab dan mengambil langkah perbaikan. Untuk beberapa parameter yang tidak tercantum di PME maka dilakukan uji banding ke laboratorium yang telah terakreditasi oleh Badan/Lembaga akreditasi yang diakui pemerintah (Kementerian Kesehatan RI).



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

VI. KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM PEMERIKSAAN KIMIA KLINIK

A. PEDOMAN UMUM

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pemeriksaan kimia klinik merupakan bagian dari K3 laboratorium. Laboratorium melakukan berbagai tindakan dan kegiatan terutama berhubungan dengan spesimen yang berasal dari manusia. Bagi petugas laboratorium yang selalu kontak dengan spesimen, maka berpotensi terinfeksi mikroorganisme 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 K3 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.

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. tersedia shower yang berada pada tempat yang mudah dijangkau
- h. pintu laboratorium sebaiknya dilengkapi dengan label KELUAR, alat penutup pintu otomatis dan diberi label BAHAYA INFEKSI (BIOHAZARD)
- i. denah ruang laboratorium yang lengkap (termasuk letak telepon, alat pemadam kebakaran, pintu keluar darurat) digantungkan di beberapa tempat yang mudah terlihat
- j. tempat sampah kertas, sarung tangan karet/plastik, dan tabung plastik harus dipisahkan dari tempat sampah gelas/kaca/botol
- k. tersedia ruang ganti pakaian, ruang makan/minum dan kamar kecil
- l. tanaman hias dan hewan piaraan tidak diperbolehkan berada di ruang kerja laboratorium.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

2. Koridor, Gang, Lantai dan Tangga

- koridor, tangga dan gang harus bebas dari halangan
- penerangan di koridor dan gang cukup
- lantai laboratorium harus bersih, kering dan tidak licin
- tangga yang memiliki lebih dari 4 anak tangga dilengkapi dengan pegangan tangan
- permukaan anak tangga rata dan tidak licin.

3. Sistem Ventilasi

- ruangan pemeriksaan harus mempunyai exhaust fan yang disesuaikan dengan luas ruangan
- jendela laboratorium dapat dibuka dan dilengkapi kawat anti nyamuk/lalat
- udara dalam ruangan laboratorium dibuat mengalir searah.

Tabel 34. 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, tabung 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 selonsong serta rotor



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Peralatan laboratorium	Bahaya	Cara mengatasinya
		harus didisinfeksi secara terpisah. Ruang dalam sentrifus (chamber) didisinfeksi, dibiarkan satu malam. Bilas dengan air dan keringkan.
Alat pengguncang (shaker)	Aerosol, percikan, tumpahan	Gunakan tabung yang tertutup rapat, dilengkapi dengan filter pada mulut tabung.
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
Lemari asam	Percikan bahan kimia	Memisahkan daerah kerja dengan operator



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada K3 di laboratorium adalah:

- 1. Sarana dan prasarana K3 laboratorium umum yang perlu disiapkan di laboratorium adalah:**
 - a. jas laboratorium (lengan panjang dan dilengkapi dengan karet)
 - b. sarung tangan
 - c. masker
 - d. alas kaki/sepatu tertutup
 - e. wastafel yang dilengkapi dengan sabun (skin disinfektan) dan petunjuk cuci tangan yang baik dengan air mengalir
 - f. pipetting aid, rubber bulb
 - g. kontainer khusus untuk insenerasi jarum, lanset
 - h. pemancur air (*emergency shower*).
- 2. 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 (arah evakuasi)
 - f. pelatihan khusus berkala tentang penanganan keadaan darurat
 - g. alat pemadam kebakaran, masker, dan sumber air terletak pada lokasi yang mudah dicapai
 - h. alat seperti kampak, palu, obeng, tangga dan tali
 - i. nomor telepon ambulan, pemadam kebakaran dan polisi di setiap ruang laboratorium.
- 3. Memperhatikan tindakan pencegahan terhadap hal-hal sebagai berikut:**
 - a. mencegah bahan infeksi tertelan atau terkena kulit serta mata selama bekerja, partikel dan droplet (diameter > 5 μ m) 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



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- 4) menggunakan alat pelindung mata/muka jika terdapat risiko percikan bahan infeksi saat bekerja
- b. 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
- c. 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
- d. 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 sentrifus tertutup selama dijalankan
- e. 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



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- 3) menggunakan alat pelindung muka dan sarung tangan karet tebal saat bekerja
- 4) setelah dibersihkan, permukaan dalam lemari pendingin dan lemari pembeku harus didisinfeksi dengan disinfektan yang tidak korosif
- 5) 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
- 6) tidak menyimpan cairan yang mudah terbakar
- 7) tidak diperbolehkan menyimpan makanan atau minuman.

4. Pengelolaan spesimen

a. penerimaan spesimen

- 1) laboratorium harus mempunyai loket khusus untuk penerimaan spesimen. Jika jumlah spesimen tidak banyak, maka penerimaan spesimen dapat dilakukan pada meja khusus di dalam laboratorium.
- 2) spesimen harus di tempatkan dalam wadah yang tertutup rapat untuk mencegah tumpahnya/bocornya spesimen.
- 3) wadah harus dapat didisinfeksi atau diotoklaf.
- 4) wadah terbuat dari bahan tidak mudah pecah/bocor.
- 5) wadah diberi label tentang identitas spesimen.
- 6) wadah diletakkan pada baki khusus yang terbuat dari logam atau plastik yang dapat didisinfeksi atau diotoklaf ulang.
- 7) baki harus di disinfeksi/diotoklaf secara teratur setiap hari
- 8) jika mungkin, wadah terletak di atas baki dalam posisi berdiri

b. petugas penerima spesimen

- 1) semua petugas penerima spesimen harus mengenakan jas laboratorium (lengan panjang)
- 2) semua spesimen harus dianggap infeksi dan ditangani dengan hati-hati
- 3) meja penerimaan spesimen harus dibersihkan dengan disinfektan setiap hari
- 4) dilarang makan/minum dan merokok saat bekerja
- 5) cuci tangan dengan sabun/disinfektan setiap selesai bekerja dengan spesimen
- 6) tamu/pasien tidak diperbolehkan menyentuh barang apapun yang terdapat pada meja di mana spesimen tersimpan

c. petugas pembawa spesimen dalam laboratorium

- 1) mengenakan jas laboratorium yang tertutup rapat
- 2) membawa spesimen dengan baki rak khusus



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- 3) jika spesimen bocor/tumpah di atas baki, baki didekontaminasi dan sisa spesimen diotoklaf
- 4) lapor pada petugas/tim K3 laboratorium jika terluka pada saat bekerja.

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 di dalam laboratorium. Agar mudah terbaca, informasi ini hendaknya dibuat dalam bentuk bagan yang sederhana dan dipasang pada dinding dalam ruang laboratorium. Selain itu, harus pula disediakan peralatan untuk menangani keadaan tersebut seperti :

1. Pakaian pelindung diri, sarung tangan karet, sepatu bot karet.
2. Sekop dan pengumpul debu.
3. Forsep untuk mengambil pecahan gelas.
4. Kain lap dan kertas pembersih.
5. Ember.

Penanganan Khusus Terhadap Darah dan Cairan Tubuh

Tindakan di bawah ini untuk melindungi petugas laboratorium yang ditularkan melalui darah.

1. Mengambil, melabel dan membawa spesimen
 - a. gunakan sarung tangan
 - b. hanya petugas laboratorium yang boleh melakukan pengambilan darah
 - c. setelah pengambilan darah, lepaskan jarum dari sempritnya dengan alat khusus yang sekaligus merupakan wadah penyimpanan jarum habis pakai. Pindahkan darah ke dalam tabung spesimen dengan hati-hati dan tutup rapat mulut tabung spesimen. Jarum suntik habis pakai sebaiknya dibakar dalam alat insenerasi. Jika fasilitas insenerasi tidak tersedia, jarum suntik dan sempritnya diotoklaf dalam kantong yang terpisah.
 - d. tabung spesimen dan formulir permintaan harus diberi label BAHAYA INFEKSI.
 - e. masukkan tabung ke dalam kantong plastik untuk dibawa ke laboratorium. Formulir permintaan dibawa secara terpisah.
2. Membuka tabung spesimen dan mengambil sampel gunakan sarung tangan.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

3. Kaca dan benda tajam
 - a. jika mungkin, gunakan alat terbuat dari plastik sebagai pengganti kaca/gelas
 - b. sedapat mungkin, hindari penggunaan alat suntik selain untuk mengambil darah.
4. Sediaan darah pada gelas objek
pegang gelas objek dengan forcep
5. Peralatan otomatis
 - a. sebaiknya gunakan alat yang tertutup (*enclosed type*)
 - b. cairan yang keluar dari alat/*effluent* harus dikumpulkan dalam tabung/wadah tertutup atau dibuang ke dalam sistem pembuangan limbah.
 - c. jika memungkinkan, alirkan larutan hipoklorit atau glutaraldehid ke dalam alat setiap habis pakai. Air dapat digunakan sebagai pengganti disinfektan hanya pada keadaan tertentu.
6. Melakukan sentrifugasi
 - a. gunakan tabung sentrifus yang mempunyai tutup
 - b. gunakan selongsong/rotor yang dilengkapi penutup.

Cara Untuk mencegah Tertusuk Benda Tajam

Jarum suntik, pipet Pasteur dan pecahan kaca dapat menyebabkan luka tusuk. Untuk menghindarinya dapat dilakukan:

1. Bekerja dengan hati-hati.
2. Menggunakan jarum suntik sejarang mungkin.
3. Gunakan semprit dengan kanula tumpul sebagai pengganti.
4. Pilih pipet Pasteur yang terbuat dari plastik.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

VII. PENUTUP

Buku Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik mencakup berbagai hal yang berkaitan dengan pelaksanaan pemeriksaan Kimia Klinik di laboratorium mulai dari tahap Pra analitik, Analitik, Pasca Analitik, Pemantapan Mutu serta Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium. Dengan disusunnya pedoman ini dapat menjadi acuan bagi tenaga teknis yang melaksanakan pemeriksaan Kimia Klinik di laboratorium sehingga didapatkan hasil pemeriksaan Kimia Klinik yang bermutu.



MENTERI KESEHATAN,

Endang Rahayu Sedyaningsih

ENDANG RAHAYU SEDYANINGSIH