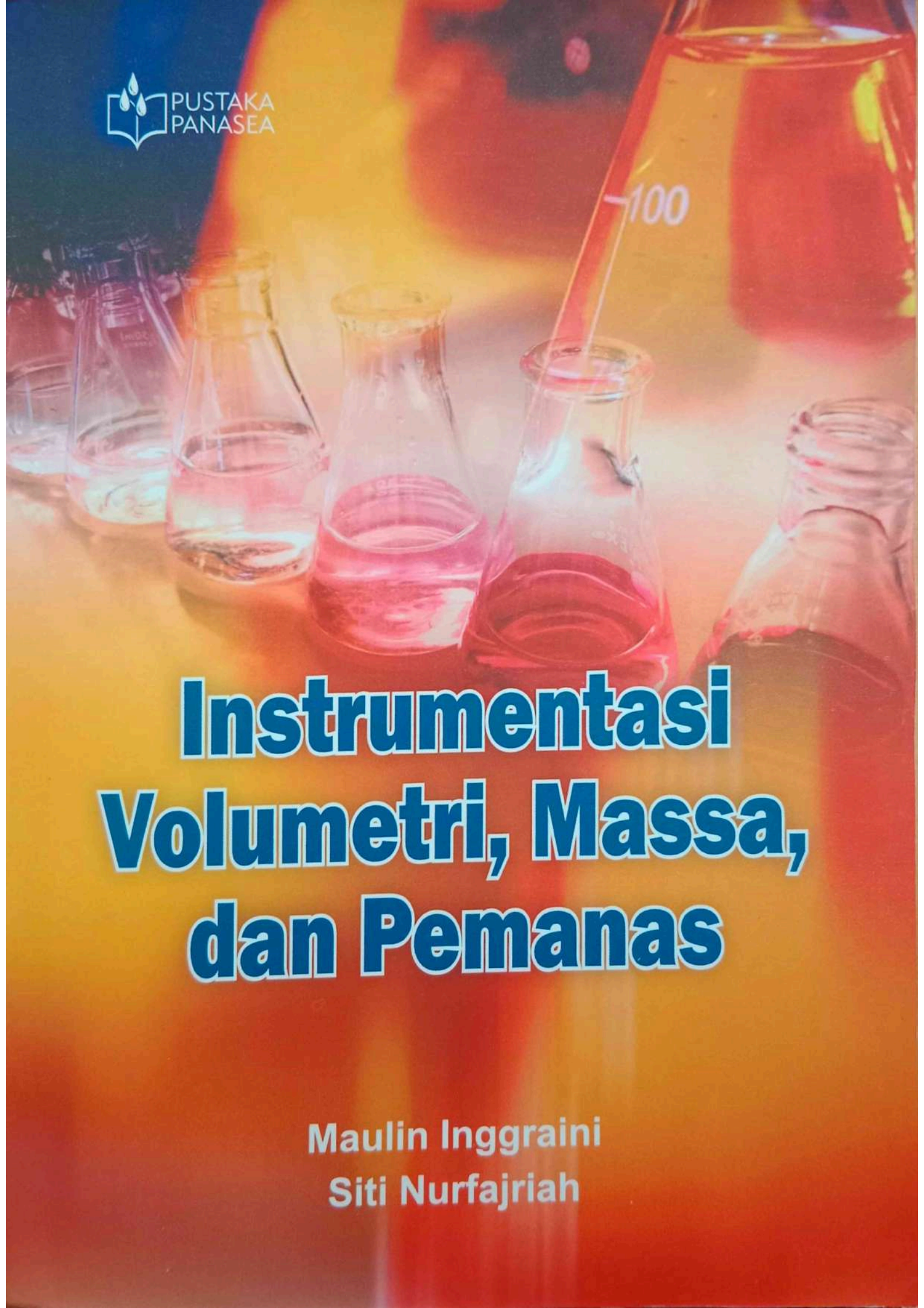




Instrumentasi Volumetri, Massa, dan Pemanas

**Maulin Inggraini
Siti Nurfajriah**

INSTRUMENTASI VOLUMETRI, MASSA, DAN PEMANAS

Penulis: Maulin Inggraini; Siti Nurfajriah

Hak Cipta © 2022 pada penulis

Edisi Pertama: Cetakan I ~ 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Data Buku:

Format : 17 x 24 cm
Halaman : xii + 88 halaman
Isi : HVS 70 gram
Cover : Ivory 260 gram
Finishing : Perfect Binding
ISBN : 978-602-5990-93-9



Buku Cetak Kertas Bisa di peroleh di sini



Buku ini tersedia sumber elektronisnya

Diterbitkan Oleh:



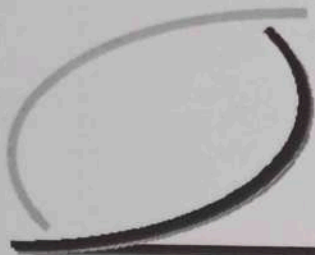
Ruko Jambusari No. 7A Yogyakarta 55283

Telp. : 0274-882262

Web. : www.grahailmu.id

Email : info.pustakapanasea@grahailmu.co.id

Pustaka Panasea adalah imprint dari CV. Graha Ilmu dengan nomor Keanggotaan IKAPI 016/DIY/01

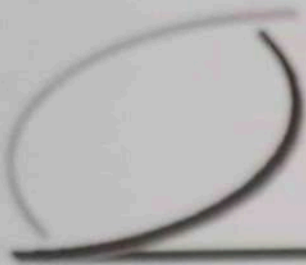


KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena buku *Instrumentasi Volumetri, Massa dan Pemanas* ini dapat diselesaikan. Pembuatan buku ini berdasarkan atas pesatnya teknologi yang pastinya sangat berpengaruh terhadap perkembangan alat-alat pemeriksaan di laboratorium. Sehingga perlu kiranya untuk memperbaharui pengetahuan mahasiswa akan alat-alat yang umum digunakan di laboratorium kesehatan.

Buku ini disusun untuk membantu proses pembelajaran pada mata kuliah instrumentasi yang merupakan mata kuliah dasar bagi mahasiswa kesehatan. Buku instrumentasi ini diharapkan bisa membantu mahasiswa dalam memahami instrumentasi yang umum digunakan di laboratorium kesehatan, sehingga ketika memegang alat secara langsung, mahasiswa dapat terampil mengoperasikannya. Buku ini disusun secara rinci dan sistematis, serta dilengkapi dengan gambar sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahami dan membayangkan alat yang akan digunakan. Segala kritik dan saran yang bersifat membangun tentang isi buku ini sangat kami hargai demi perbaikan kualitas buku ini.

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 ALAT PEMANAS	1
1.1 Penangas	1
1.2 Autoklaf	4
1.3 Inkubator	12
1.4 Oven	17
1.5 Daftar Pustaka	19
BAB 2 ALAT GELAS	21
2.1 Jenis Alat Gelas	21
2.2 Simbol/Tanda pada Alat Gelas	30
2.3 Teknik Penggunaan Alat Gelas	32
2.4 Hal-hal yang Perlu Diperhatikan dalam Penggunaan Alat Gelas	34
2.5 Perawatan Alat Gelas	36
2.6 Daftar Pustaka	38

BAB 3 TABUNG WESTERGREN

3.1	Prinsip	39
3.2	Bagian dan Fungsi	39
3.3	Prosedur Penggunaan	42
3.4	Perawatan	43
3.5	Troubleshooting	44
3.6	Daftar Pustaka	44

BAB 4 MIKROSKOP

4.1	Prinsip	47
4.2	Bagian dan Fungsi	47
4.3	Prosedur Penggunaan	59
4.4	Perawatan	61
4.5	Troubleshooting	63
4.6	Daftar Pustaka	64

BAB 5 HEMOSITOMETER

5.1	Prinsip	67
5.2	Bagian dan Fungsi	67
5.3	Prosedur Penggunaan	69
5.4	Perawatan	73
5.5	Troubleshooting	77
5.6	Daftar Pustaka	77

BAB 6 NERACA ANALITIK

6.1	Prinsip	79
6.2	Bagian dan Fungsi	79
6.3	Prosedur penggunaan	81
6.4	Perawatan	83
6.5	Troubleshooting	84
6.6	Daftar Pustaka	85

INSTRUMENTASI DASAR

Oleh:

MAULIN INGGRINI, M.Si

SITI NURFAJRIAH, M.Si

ALAT PEMANAS

Oleh:

Maulin Inggraini

A. Penangas

1. Prinsip

Penangas merupakan alat pemanas yang menggunakan air sebagai media agar tercapai suhu yang diinginkan secara konstan dalam waktu tertentu. Prinsip penangas adalah menggunakan umpan balik dari sensor suhu sehingga kestabilan suhu dapat terjaga. Ketika alat dinyalakan, energi listrik akan diubah menjadi energi panas melalui lempengan besi / *heater* yang terendam oleh air. Apabila suhu air sudah mencapai yang diinginkan, maka thermostat akan memutuskan listrik sehingga *heater* akan berhenti mengeluarkan panas, kemudian *heater* akan sesekali menyala untuk menjaga kestabilan suhu air.

Fungsi penangas adalah untuk pemanasan suhu rendah (30 – 100 °C) sehingga dapat digunakan untuk zat yang tidak tahan dengan panas tinggi. Penangas juga dapat digunakan untuk menguapkan zat atau larutan serta mempercepat kelarutan dengan suhu rendah. Alat ini juga dapat digunakan untuk memeras atau menginkubasi pada analisis mikrobiologi. Penangas juga dapat mengurangi resiko kebakaran, karena proses pemanasan tidak menggunakan api secara terbuka. Macam-macam penangas diantaranya:

a. Penangas Air (*Water bath*)

Penangas air biasa disebut dengan *water bath*, dalam proses pemanasannya menggunakan air sebagai media pemanas. Alat atau bahan yang akan dipanaskan harus terendam oleh air.

b. Penangas Uap

Penangas ini menggunakan uap air untuk menaikkan suhu. Air sebagai media pemanas hanya sampai menutupi lempeng besi / *heater*. Alat dan bahan tidak boleh terendam air dan dipanaskan oleh uap air yang terbentuk. Penangas uap dilengkapi dengan rak-rak berbagai ukuran untuk meletakkan tabung yang akan dipanaskan.



Gambar 1.1. Penangas uap (Sumber: <https://anmindonesia.wordpress.com>)

c. *Shaker water bath*

Penangas ini dilengkapi dengan motor penggerak untuk menggerakkan sampel agar panas yang didapatkan oleh sampel dapat merata. Proses pemanas dan inkubasi dapat dilakukan sekaligus.



Gambar 1.2. *Shaker water bath* (Sumber: <https://www.mrclab.com>)

2. Bagian



Gambar 1.3. *Water bath* (Sumber: www.memmert.com)

3. Prosedur Penggunaan

Prosedur penggunaan penangas adalah:

- a. Sambungkan alat pada sumber listrik, nyalakan saklar pada posisi “ON”
- b. Air dimasukkan sampai batas pada alat
- c. Atur suhu sesuai yang diinginkan, tunggu sampai suhu mencapai yang sudah diatur
- d. Masukkan alat atau bahan yang akan dipanaskan ke dalam air (untuk penangas air), masukkan alat ke dalam salah satu lubang (untuk penangas uap), tutup lubang yang tidak digunakan
- e. Panaskan alat atau bahan sesuai waktu yang dibutuhkan, kalau sudah selesai, keluarkan alat atau bahan dari dalam penangas
- f. Matikan saklar dan cabut alat dari sumber listrik

4. Perawatan

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk perawatan penangas adalah:

- a. Air yang digunakan adalah akuades atau air hasil destilasi/penyulingan, tidak diperkenankan menggunakan air sumur, karena akan membuat *heater* dan bagian dalam alat mudah berkerak dan berlumut
- b. Bersihkan alat menggunakan lap basah yang bersih kemudian dibersihkan lagi menggunakan lap kering yang bersih
- c. Air dapat diganti atau ditambahi setelah 1 minggu
- d. Ketika akan disimpan, kosongkan air dari alat penangas

5. Troubleshooting

No.	Permasalahan	Solusi
1	Alat tidak panas atau panas hanya sebentar	Periksa sumber listrik, apabila masih tidak bisa maka cek resistensi pemanas
2	Alat tidak mencapai panas yang sudah diatur	1. Tutup penangas, maksimum panas adalah 60 °C tanpa tutup 2. Kontrol suhu tidak stabil 3. Kalibrasi alat
3	Alat terus memanaskan	1. Alat terjadi korsleting

		2. Pengendali arus listrik mengalami korsleting
--	--	---

B. Autoklaf

1. Prinsip

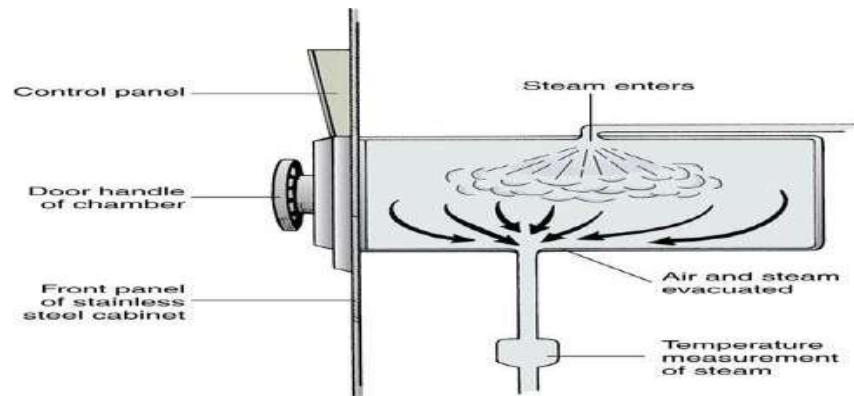
Autoklaf merupakan alat pemanas yang dapat digunakan sebagai sterilisasi dengan menggunakan uap panas bertekanan. Tekanan yang digunakan pada autoklaf adalah 15 psi atau sekitar 2 atm dengan suhu 121 °C. Waktu yang dibutuhkan untuk menterilkan alat atau bahan di dalam autoklaf adalah 15 menit.

Sebelum dinyalakan, autoklaf diisi air sampai batas pada autoklaf atau sampai lempengan besi di dalam autoklaf terendam. Pada saat autoklaf dinyalakan, air secara perlahan akan mendidih sehingga akan terbentuk uap air. Uap air akan mendesak udara yang mengisi autoklaf untuk keluar melalui katup udara, sehingga katup udara akan berbunyi dan udara di dalam autoklaf akan diganti dengan uap air. Katup udara dapat ditutup untuk meningkatkan tekanan di dalam autoklaf. Apabila tekanan sudah mencapai 15 psi atau 2 atm, proses sterilisasi dapat berlangsung selama 15 menit.

Autoklaf digunakan untuk mensterilkan alat dan bahan laboratorium sebelum digunakan, karena autoklaf mampu membunuh mikroorganisme bahkan spora. Alat dan bahan yang disterilkan dengan autoklaf harus mampu bertahan pada suhu tinggi, seperti alat gelas dan beberapa bahan media bakteri. Beberapa bahan yang **tidak dapat** disterilkan di dalam autoklaf adalah serum, vitamin, antibiotik, enzim, pelarut organik seperti fenol, buffer dengan kandungan detergen seperti *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS), bahan yang mudah meledak dan mudah terbakar. Saat ini sudah banyak jenis-jenis autoklaf, diantaranya:

a. *Gravity Displacement Autoclave*

Prinsip Autoklaf jenis *gravity displacement* adalah memanfaatkan gaya gravitasi untuk memindahkan udara. Udara memiliki berat jenis yang lebih berat dibandingkan uap, sehingga udara akan berada di bawah uap. Ketika uap dimasukkan ke dalam autoklaf, uap akan menekan udara kebawah dan mengakibatkan udara keluar melalui bagian bawah autoklaf. Kemudian suhu akan meningkat dan proses sterilisasi akan berlangsung pada kisaran suhu 121 – 134 °C selama 10 – 30 menit.



Gambar 2.1. Gravity Displacement Autoclave (Sumber: <https://basicmedicalkey.com/sterilization/>)

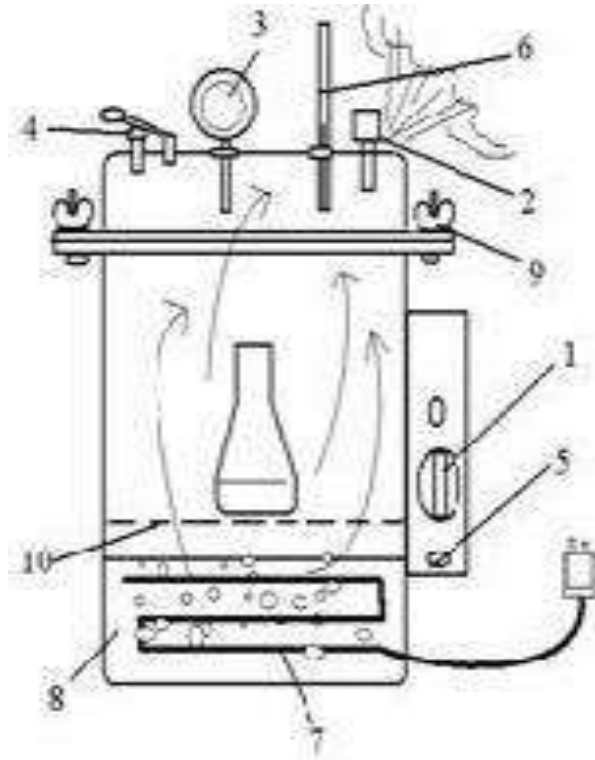
b. Prevacuum atau High Vacuum Autoclave

Proses sterilisasi autoklaf *Prevacuum* atau *High Vacuum Autoclave* diawali dengan menyedot udara yang terdapat pada autoklaf dengan pompa. Proses pengeluaran udara berlangsung selama 8-10 menit. Autoklaf yang sudah kedap udara kemudian dimasukkan uap ke dalam autoklaf. Proses sterilisasi berlangsung selama 3-4 menit dengan suhu 132-135 °C.

c. Steam-Flush Pressure Pulse

Autoklaf ini menggunakan prinsip aliran uap dan dorongan tekanan di atas tekanan atmosfer. Aliran uap dan dorongan tekanan ini berlangsung secara berulang, sehingga udara keluar dari autoklaf. Sistem ini tidak akan mudah terjadi kebocoran udara.

2. Bagian dan Fungsi



1. Tombol Pengatur waktu mundur (timer).
2. Katup pengeluaran uap
3. Pengukur tekanan
4. Kelep pengaman
5. Tombol on-off
6. Termometer
7. Lempeng sumber panas
8. Aquades (dH₂O)
9. Sekrup Pengaman
10. Keranjang autoclaf

Gambar 2.2. Bagian autoclaf

3. Prosedur Penggunaan

Prosedur penggunaan harus sesuai dengan petunjuk operasional yang terdapat pada serangkaian alat autoclaf pada saat awal membeli. Prosedur yang dijabarkan pada bab ini adalah prosedur penggunaan untuk autoclaf analog dan autoclaf digital.

a. Autoclaf analog

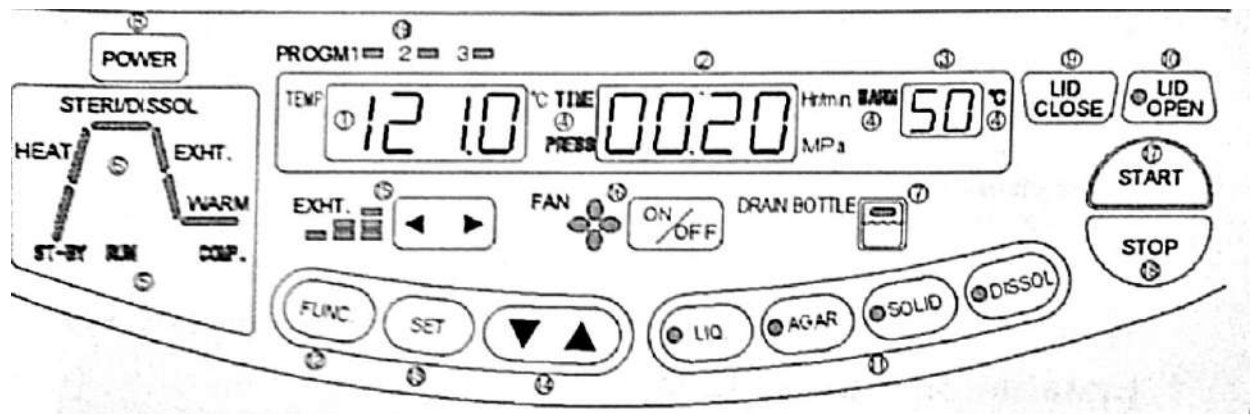
Prosedur penggunaan untuk autoclaf analog adalah sebagai berikut:

- 1) Bersihkan autoclaf, isi bagian dalam autoclaf dengan menggunakan akuades sampai menutupi lempengan pemanas
- 2) Masukkan keranjang autoclaf yang sudah berisi alat / bahan yang akan disterilisasi
- 3) Tutup autoclaf dengan mengunci sekrup secara diagonal
- 4) Katup pengeluaran uap dibiarkan terbuka
- 5) Sambungkan autoclaf pada sumber listrik

- 6) Tekan tombol power
- 7) Atur waktu menjadi 15 menit pada suhu 121 °C
- 8) Proses sterilisasi dimulai
- 9) Setelah beberapa menit akan ada udara yang keluar dari katup pengeluaran uap sehingga menimbulkan bunyi, hal ini menandakan udara di dalam autoklaf sudah berganti dengan uap air. Tutup katup pengeluaran uap
- 10) Proses sterilisasi berlangsung sampai alarm berbunyi
- 11) Apabila proses sterilisasi selesai, maka matikan autoklaf
- 12) Tunggu sampai tekanan menunjukkan angka 0
- 13) Buka klep pelepasan uap
- 14) Buka penutup autoklaf secara diagonal
- 15) Keluarkan alat dan bahan yang sudah disterilisasi
- 16) Bersihkan autoklaf, apabila air di dalam autoklaf kotor, sebaiknya dibuang
- 17) Tutup autoklaf dan cabut kabel dari sumber listrik

b. Autoklaf digital

Autoklaf digital dilengkapi dengan layar dan tombol seperti pada gambar 2.3.

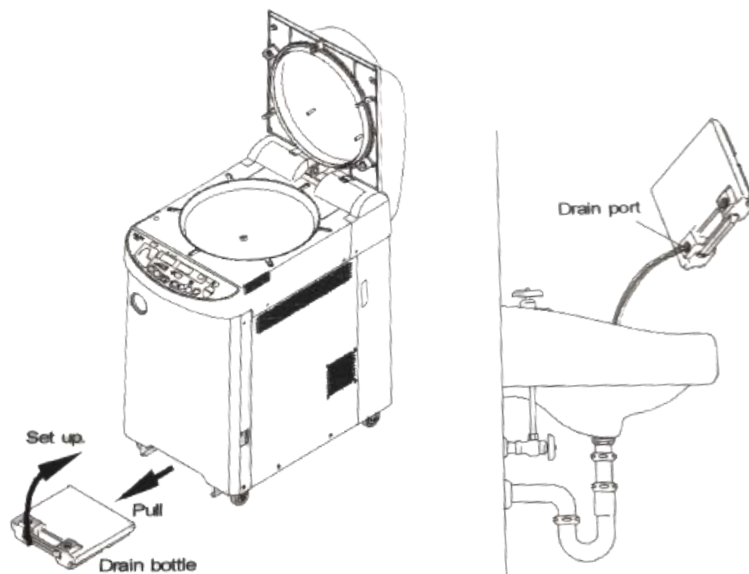


Gambar 2.3. Panel digital autoklaf Hiclave HG-50 (Sumber: Operation Manual Hirayama)

Prosedur penggunaan pada autoklaf digital lebih mudah dibandingkan analog, diantaranya:

- 1) Tekan tombol “ON”
- 2) Tekan tombol “Lid Open” maka tutup autoklaf akan otomatis terbuka

- 3) Bersihkan autoklaf, isi bagian dalam autoklaf dengan menggunakan akuades sampai menutupi lempengan pemanas
- 4) Pastikan *drain bottle* terpasang dan dalam keadaan kosong. *Drain bottle* merupakan wadah di bawah autoklaf yang berfungsi sebagai pengumpul uap air pada tahap proses penurunan suhu



Gambar 2.4. *drain bottle* (Sumber: Operation Manual Hirayama)

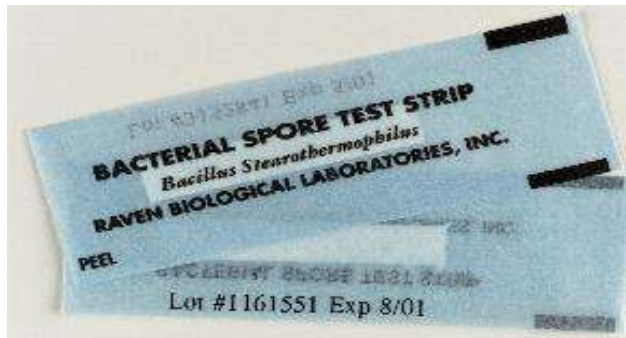
- 5) Masukkan keranjang autoklaf yang sudah berisi alat / bahan yang akan disterilisasi
- 6) Tekan tombol “Lid Close” untuk menutup autoklaf secara otomatis
- 7) Pilih siklus sterilisasi sesuai dengan penggunaan, ada beberapa pilihan diantaranya untuk alat-alat gelas, keramik dll tekan ***solid***, untuk media agar tekan ***agar***, untuk air dan cairan reagen tekan ***liquid***, apabila akan menghancurkan media bekas pakai, maka dapat tekan ***dissolution***
- 8) Sterilisasi dapat dimulai dengan tekan tombol “start”
- 9) Proses yang terjadi pada autoklaf dapat dilihat di layar, diantaranya *standby*, *heat*, *steril*, *exhaust*, *warm*, *complete*. Status yang sedang berlangsung akan ditandai dengan menyalnya lampu

- 10) Apabila sudah selesai, tutup autoklaf sudah dapat dibuka, sebelumnya nyalakan blower yang terdapat di atas autoklaf agar uap yang keluar langsung terhisap oleh blower dan diarahkan ke luar ruangan
- 11) Keluarkan semua alat dan bahan
- 12) Buang air yang terkumpul pada *drain bottle*
- 13) Tekan tombol “OFF”

4. Perawatan

Perawatan autoklaf sangat penting, karena mempengaruhi kualitas sterilisasi alat dan bahan. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan dan pemeliharaan autoklaf:

- a. Gunakan air akuades selama proses pensterilan dan pencucian. Air yang digunakan harus akuades, hindari penggunaan air sumur karena akan mengakibatkan autoklaf berkarat.
- b. Batas air pada autoklaf harus sesuai batas, apabila berlebih dapat membasahi alat yang akan di sterilkan, apabila kurang akan merusak autoklaf
- c. Alat gelas yang akan disteril harus dicuci terlebih dahulu
- d. Susun barang-barang di dalam keranjang autoklaf sedemikian rupa agar tidak jatuh atau tumpah
- e. Pastikan proses pensterilan dilakukan pada suhu yang ditetapkan.
- f. Alat gelas seperti Erlenmeyer yang berisi cairan / media hanya boleh diisi sebanyak $\frac{3}{4}$ dari total volumenya, sisa ruang dibiarkan kosong
- g. Alat gelas seperti tabung reaksi dan Erlenmeyer ditutup menggunakan sumbat yang terbuat dari kasa dan kapas atau aluminium foil. Apabila alat berupa botol bertutup ulir, maka tutup harus dikendurkan agar botol tidak pecah akibat tekanan yang tinggi
- h. Bagian dalam dan luar autoklaf dapat dibersihkan menggunakan lap bersih
- i. Usahakan setiap selesai menggunakan autoklaf, sisa akuades dibuang
- j. Untuk mendeteksi bahwa autoklaf bekerja dengan sempurna dapat digunakan mikroba penguji yang bersifat termofilik dan memiliki endospora yaitu *Bacillus stearothermophilus*, lazimnya mikroba ini tersedia secara komersial dalam bentuk *spore strip*.



Gambar 2.5. Strip Bakteri Termofilik (Sumber: www.Juneenterprises.com)

5. Troubleshooting

Pada penggunaannya, terkadang autoklaf tidak berfungsi sebagaimana mestinya, beberapa hal yang mungkin terjadi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

No.	Permasalahan	Solusi
1	Pada autoklaf manual, tutup tidak rapat	Kendurkan semua sekrup pengaman, betulkan posisi tutup, kunci kembali sekrup secara diagonal
2	Kebocoran air pada bagian bawah autoklaf	Tutup katup pembuangan
3	Tutup autoklaf tidak terbuka	Warna pada tombol “lid open” merah: tunggu sampai warna hijau yang menandakan autoklaf sudah aman dibuka

C. Inkubator

1. Prinsip

Inkubator merupakan alat tertutup dan terisolasi yang dapat mempertahankan suhu, kelembapan dan kondisi lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan organisme. Inkubator dalam laboratorium mikrobiologi merupakan alat untuk memeram atau menginkubasi mikroba, untuk kebutuhan produksi atau penelitian. Prinsip inkubator adalah termo-listrik, inkubator memiliki thermostat yang dapat mempertahankan suhu agar tetap konstan. Apabila suhu sudah diatur pada 37 °C, maka suhu tersebut akan dipertahankan oleh kompatibilitas sensor suhu, pengontrol suhu, dan kontaktor suhu sebagai komponen utama. Apabila suhu inkubator sudah mencapai yang diinginkan (37 °C), maka pengontrol suhu akan mengirim sinyal ke kontaktor untuk mematikan pemanas sementara. Begitupun apabila suhu kurang dari 37 °C, maka kontaktor akan diberi sinyal untuk menyalakan sistem penghangat. Ada beberapa jenis inkubator, diantaranya:

a. Inkubator Standar

Inkubator yang paling sering digunakan di laboratorium. Berfungsi untuk memeram bakteri sesuai dengan suhu optimumnya. Inkubator standar hanya memiliki sistem pemanas saja. Kisaran suhu inkubator standar adalah 10 – 60 °C, tetapi suhu yang biasa digunakan berkisar 35 – 37 °C.

b. *Shaker incubator*

Shaker incubator merupakan inkubator yang bergetar dalam suasana suhu yang terkontrol. Inkubator ini digunakan untuk menginkubasi dan memperbanyak mikroba pada media cair, agar oksigen dan nutrisi terdistribusi secara merata disekitar kultur. Suhu pada inkubator ini berkisar dari suhu lingkungan sampai suhu dingin.



Gambar 3.1. *Shaker incubator* (Sumber: <https://www.mrclab.com/>)

c. Inkubator CO₂

Inkubator CO₂ banyak digunakan pada laboratorium biologi untuk mempertahankan persentase CO₂, umumnya untuk menginkubasi yeast dan mold. Inkubator ini dilengkapi oleh sistem pemanas dan pendingin sekaligus. Tingkat CO₂ dikendalikan oleh sensor konduktivitas termal atau sensor infra-merah. Kelembaban diperoleh dari air yang terus menerus diuapkan. Kisaran suhu pada inkubator CO₂ adalah 5 – 60 °C, tetapi suhu yang biasa digunakan pada inkubator ini berkisar 20 - 25 °C.

d. *Portable Incubator*

Portable incubator memiliki ukuran yang lebih kecil sehingga mudah dibawa. Inkubator ini digunakan untuk mengambil sampel di lingkungan.



Gambar 3.2. *Portable incubator* (Sumber: www.sitoho.com)

e. Inkubator Pendingin

Inkubator pendingin dapat digunakan untuk sampel yang membutuhkan suhu di bawah suhu lingkungan. Kisaran suhu yang dimiliki adalah 0 – 60 °C. Inkubator ini umumnya digunakan untuk pengujian sampel mikrobiologi, pengawetan, pengujian hematologi, enzim dan lain sebagainya.



Gambar 3.3. Inkubator pendingin (Sumber: <https://envilife.co.id>)

2. Bagian - bagian

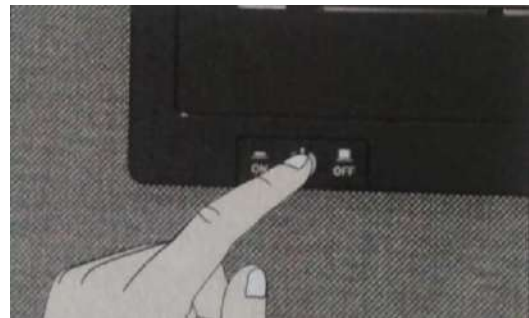


1. Layar penunjuk suhu
2. Tombol panel
3. Rak
4. Pintu dalam
5. Pintu luar

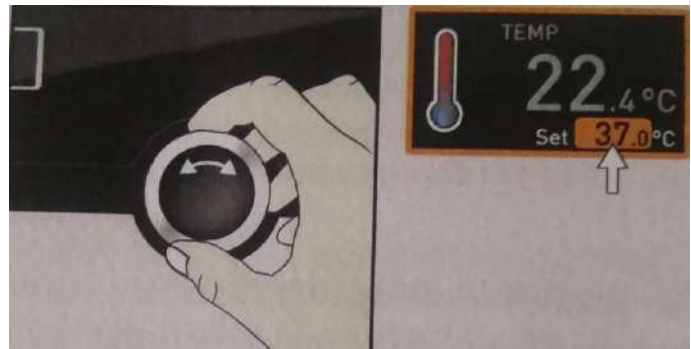
Gambar 3.4. Inkubator (Sumber: www.memmert.com)

3. Prosedur Penggunaan

a. Tekan tombol “ON”



b. Atur suhu sesuai keinginan dengan memutar tombol pengaturan suhu



c. Apabila angka sudah menunjukkan suhu yang diinginkan, tekan tombol untuk konfirmasi



- d. Tunggu inkubator mencapai suhu yang diinginkan, hal ini dapat dilihat pada layar penunjuk suhu.
- e. Apabila suhu sudah sesuai, masukkan mikroba yang akan diinkubasi, letakkan bersusun pada rak inkubator
- f. Tutup rapat kembali pintu luar dan dalam inkubator

4. Perawatan

Perawatan yang dapat dilakukan untuk inkubator diantaranya:

- a. Inkubator diletakkan pada bidang datar agar tidak terguncang atau terjatuh
- b. Inkubator hanya dapat diisi oleh bahan atau alat yang tidak mudah menguap atau mudah meledak saat dipanaskan
- c. Pastikan ketika membersihkan, inkubator dalam kondisi off dan tidak tersambung dengan arus listrik
- d. Bersihkan bagian luar dan dalam inkubator menggunakan lap bersih

5. *Troubleshooting*

No.	Permasalahan	Solusi
1	Suhu inkubator melebihi dari suhu yang sudah diatur atau suhu terlalu tinggi	a. Lakukan kalibrasi inkubator secara berkala, untuk mengetahui apakah kesalahan berasal dari pembacaan suhu yang tidak sesuai b. Kerusakan pada pintu inkubator, sehingga menyebabkan kebocoran c. Terdapat objek yang memiliki suhu yang tinggi: keluarkan objek dan biarkan pintu terbuka selama 10 menit, apabila terus berlanjut, maka inkubator perlu diservis
2	Inkubator dengan fungsi pendingin, tapi tidak berfungsi dengan baik	a. Kerusakan pada kompresor: mengganti suku cadang dna lakukan servis b. Kerusakan pada pintu inkubator, sehingga menyebabkan kebocoran

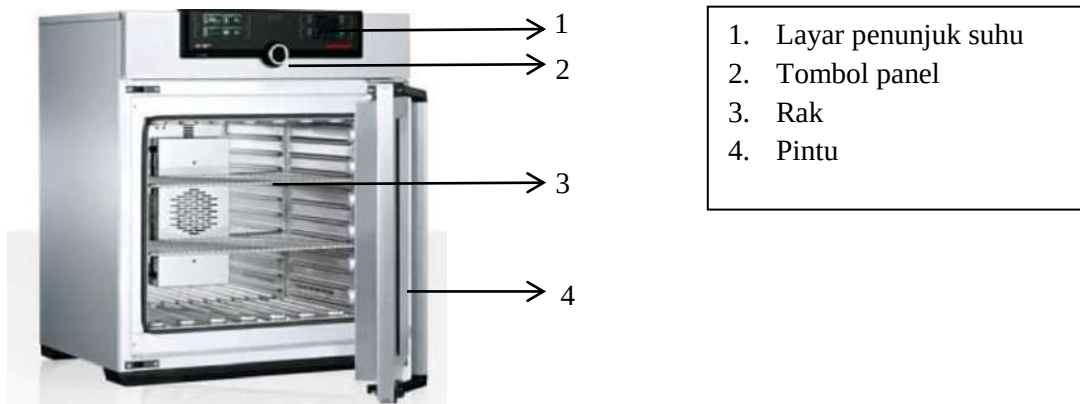
D. Oven

1. Prinsip

Prinsip oven adalah melakukan pemanasan secara tertutup dengan suhu yang terkontrol. Di laboratorium, oven digunakan sebagai pemanas, pengering dan sterilisasi. Alat-alat gelas setelah dicuci atau disterilisasi di dalam autoklaf dapat dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan sebelum digunakan kembali. Selain sebagai pengering dan pemanas, oven juga dapat digunakan untuk sterilisasi panas kering. Peralatan laboratorium yang dapat disterilisasi di dalam oven harus tahan terhadap suhu tinggi, seperti alat gelas (Erlenmeyer, tabung reaksi, cawan petri) dan alat yang berbahan logam (*scalpel* dan gunting). Selain alat, beberapa bahan juga dapat disterilisasi di dalam oven, seperti tepung (pati, zinc oxide) dan bahan yang mengandung minyak.

Suhu yang digunakan untuk sterilisasi panas kering menggunakan oven adalah berkisar 140 – 170 °C selama 1-2 jam untuk alat berbahan gelas dan logam. Alat-alat sebelum dilakukan sterilisasi sebaiknya dibungkus dahulu dengan kertas. Bahan bersifat minyak, paraffin atau salep dapat disterilisasi pada suhu 150 °C selama 1 jam.

2. Bagian - bagian



Gambar 4.1. Oven (Sumber: www.memmert.com)

3. Prosedur Penggunaan

- Hubungkan oven dengan sumber listrik
- Masukkan alat yang akan dikeringkan / disterilisasi, atur dengan rapi
- Tutup kembali pintu oven dengan rapat
- Atur suhu dan waktu yang diinginkan

- e. Apabila waktu yang diatur sudah selesai, maka oven akan otomatis mati, biarkan alat di dalam sampai beberapa saat sampai suhu turun
- f. Alat dapat dikeluarkan dari oven

4. Perawatan

Perawatan yang dapat dilakukan untuk oven diantaranya:

- a. Oven jangan diletakkan dekat dengan sumber api, karena akan menyebabkan kebakaran dan malfungsi
- b. Jangan memasukkan bahan yang mudah terbakar dan meledak ke dalam oven
- c. Selama oven dalam keadaan hidup, hindari membuka pintu oven terlalu sering karena akan mempengaruhi suhu di dalam oven
- d. Pastikan oven tidak tersambung ke arus listrik sebelum dibersihkan
- e. Keluarkan rak-rak oven, rak dapat dibersihkan dengan dicuci menggunakan detergen
- f. Lap oven dengan menggunakan lap basah, hati - hati dengan *blower* dan sensor yang terdapat di dalam oven

5. Troubleshooting

Pada penggunaannya, terkadang oven tidak berfungsi sebagaimana mestinya, beberapa hal yang mungkin terjadi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

No.	Permasalahan	Solusi
1	Oven tidak panas	a. Periksa pengatur suhu, apakah sudah sesuai dengan suhu yang diatur b. Cek keamanan batas tinggi, apabila lampu batas tinggi menyala maka oven dimatikan terlebih dahulu, atur kembali batas tinggi suhu kemudian nyalakan kembali oven
2	Oven tidak panas pada suhu yang tepat	a. Periksa sensor suhu, seharusnya tidak menyentuh dinding oven. Gunakan ohmmeter untuk mengetahui sensor masih berfungsi atau tidak b. Kalibrasi oven, dengan memanaskan oven

		kemudian ukur suhu oven menggunakan thermometer. Cocokkan hasil yang didapat antara suhu yang tercantum pada oven dengan yang ditunjukkan termometer
--	--	--

DAFTAR PUSTAKA

- Halla, S., Rohmi, dan Agrijanti. 2019. Efektivitas Inkubator Portable sebagai Alat Inovasi Penunjang Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Analisis Media Bio Sains* Vol 6(1).
- Instruksi Kerja Pemakaian *Autoclave*. 2012. Laboratorium Mikrobiologi dan Imunologi, Universitas Brawijaya.
- Operation Manual Hiclave HG-50 & HG-80. 2009. Hirayama.
- Operating Manual Natural Convection Oven Model ON-01E/11E/21E. <https://www.hogentogler.com/images/ON-01E.pdf>. Diakses pada tanggal 5 Januari 2022.
- Operating Manual WTB Water Bath Memmert. <https://www.memmert.com/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=7233&token=0aae46b639ac6dfa68db121c58d634ac3361effe>. Diakses pada tanggal 12 Januari 2022.
- Syah, I. S. K. 2016. Penentuan Tingkatan Jaminan Sterilitas pada Autoklaf dengan Indikator Biologi *Spore Strip*. *Farmaka* Vol 14(1) 59-69.
- Widodo, L. U dan Dyah, F. K. 2015. *Praktikum Mikrobiologi*, Edisi 2. Universitas Terbuka, Tangerang Selatan. ISBN: 9789790118171.

ALAT GLAS

Oleh:

Siti Nurfajriah

Peralatan gelas adalah peralatan laboratorium yang terbuat dari bahan gelas tertentu. Karakteristik bahan gelas yang digunakan tahan panas, tahan terhadap kenaikan suhu yang mendadak, tidak kusam bila terkena panas, dan tahan terhadap senyawa kimia. Alat gelas dapat dibuat dengan menggunakan kaca borosilikat dan soda-kapur. Gelas borsilikat terbuat dari silika oksida, boron oksida, aluminium oksida, dan natrium oksida. Gelas jenis ini dapat mencair pada suhu tinggi dan memiliki angka muai yang kecil. Gelas ini bersifat tahan panas hingga suhu tinggi dan direndam dalam air dingin yang tidak menyebabkan keretakan. Gelas kimia.

A. Jenis Alat Gelas

1. Gelas Kimia (*Beaker glass*)

Gelas kimia disebut juga gelas piala. Gelas kimia adalah bejana berbentuk silinder dengan alas datar (Gambar 1). Gelas kimia tidak digunakan sebagai pengukur volume larutan. Gelas ini berfungsi sebagai penampung larutan, tempat melarutkan zat, tempat memanaskan larutan, tempat mencampurkan, dan tempat menguapkan larutan. Gelas kimia memiliki kapasitas 50 - 2000 mL.



Gambar 1. Gelas Kimia (Sumber: <https://chemglass.com/beakers-griffin-low-form-double-scale-graduated-pyrex>)

2. Labu Erlenmeyer

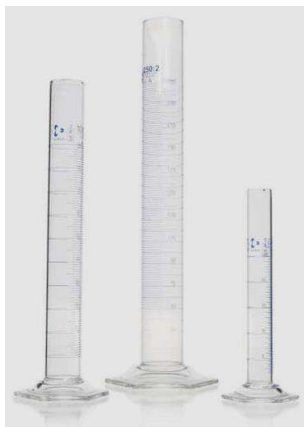
Labu erlenmeyer merupakan labu berbentuk kerucut, berleher silinder berukuran pendek dengan alas datar yang memiliki kapasitas 10 - 2000 mL (Gambar 2). Labu erlenmeyer berfungsi untuk menampung larutan hasil titrasi ataupun destilasi, menampung filtrat hasil penyaringan, memanaskan larutan, dan menyimpan larutan.



Gambar 2. Labu Erlenmeyer (Sumber: <https://www.scientificglassservices.co.uk>)

3. Gelas ukur (*Graduated cylinder*)

Gelas ukur berbentuk tabung kaca silinder dan beralas heksagonal (Gambar 3). Gelas ukur terbuat dari bahan borosilikat dan plastik. Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume larutan secara tidak teliti. Oleh karena itu, gelas ukur umumnya digunakan dalam pembuatan larutan untuk analisa kualitatif. Gelas ukur memiliki kapasitas 5 – 2000 mL.



Gambar 3. Gelas ukur (Sumber: <https://www.fishersci.se/shop/products/class-a-measuring-cylinders-30/15250846>)

4. Pipet ukur (*graduated pipettes*)

Pipet ukur disebut juga pipet serologi atau pipet mohr. Pipet ini berbentuk tabung silinder panjang, memiliki skala dan volume maksimum pada dinding pipet (Gambar 4). Pipet ukur memiliki kapasitas 1 – 50 mL. Pipet ukur terbuat dari gelas jenis sodalime. Pipet ukur merupakan alat ukur kualitatif dan memiliki ketelitian rendah. Pipet ukur berfungsi untuk mengambil dan memindahkan larutan secara terukur sesuai dengan berbagai volume yang diinginkan.



Gambar 4. Pipet ukur (Sumber: <https://www.sigmaaldrich.com>)

Pipet ukur terdiri dari 3 tipe yaitu:

a. Pipet ukur tipe 1 (*Reverse graduated – partial delivery*)

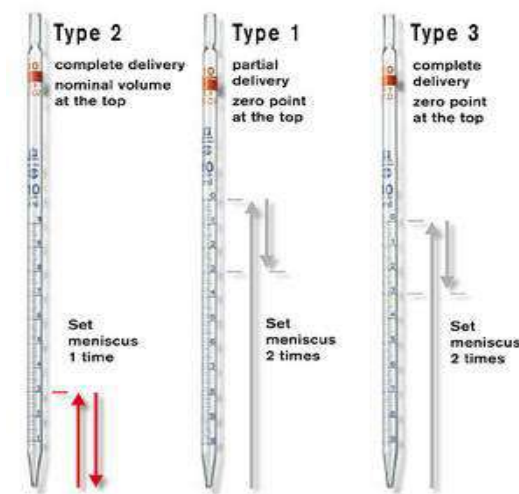
Pipet ukur tipe ini memiliki ciri mencantumkan angka nol berada dibagian atas pipet dan volume maksimum dibagian bawah pipet. Cara penggunaannya, pipet diisi sampai tanda nol dengan diatur meniskusnya, kemudian larutan dikeluarkan sesuai volume yang diinginkan dan diatur kembali meniskusnya. Larutan yang dikeluarkan tidak sepenuhnya habis, namun sudah diperhitungkan.

b. Pipet ukur tipe 2 (*Total delivery*)

Pipet ukur tipe ini memiliki ciri mencantumkan volume maksimum dibagian atas pipet dan tanda nol dibagian bawah pipet. Cara penggunaannya, pipet diisi sampai volume yang diinginkan dan diatur meniskusnya, kemudian larutan dikeluarkan seluruhnya.

c. Pipet ukur tipe 3 (*Reverse graduated – Total delivery*)

Pipet ukur tipe ini memiliki ciri mencantumkan angka nol berada dibagian atas pipet dan volume maksimum dibagian bawah pipet. Cara penggunaannya, pipet diisi sampai tanda nol dengan diatur meniskusnya, kemudian larutan seluruhnya dikeluarkan sesuai volume yang diinginkan dan diatur kembali meniskusnya.



Gambar 5. Tipe Pipet ukur (Sumber: <https://www.redlandsusd.net/Page/16502>)

5. Pipet volume/ Gondok (*volumetric pipettes*)

Pipet volume atau pipet gondok. Pipet ini dirancang untuk memindahkan secara tepat satu volume tertentu saja dengan akurasi tinggi. Pipet volume berbentuk gelas panjang dan ada gelembung di bagian tengah pipet (gambar 6). Pipet volume merupakan alat ukur volumetri analisa kuantitatif. Pipet ini berfungsi untuk mengambil dan memindahkan larutan sesuai dengan volume yang tertera pada bagian gelembung pipet. Alat ini memiliki kapasitas 1 – 25 mL.



Gambar 6. Pipet volume (Sumber: https://www.brand.de/brand/contentserv_data)

6. Labu ukur (*volumetric flask*)

Labu ukur atau labu takar merupakan labu volumetrik berbentuk bejana kaca seperti buah pir dengan alas datar dan berleher panjang dan sempit (gambar 7). Labu ukur ini berbahan borosilikat. Labu ukur ini memiliki penutup berbahan kaca atau polietilen/polipropilen. Pada leher labu tertera tanda batas atau tera. Labu ukur berfungsi untuk membuat dan mengencerkan larutan dengan volume dengan ketelitian tinggi. Kapasitas labu ukur 10 – 5000 mL.



Gambar 7. Pipet volume (Sumber: https://www.brand.de/brand/contentserv_data)

7. Buret

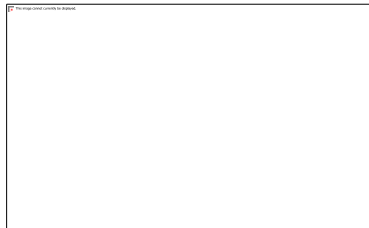
Buret terdiri dari tabung yang berbentuk silinder memanjang untuk menahan titran dan keran untuk mengendalikan aliran titran (gambar 8). Keran biasanya diberikan pelumas dan segera dibersihkan setelah digunakan untuk mencegah keran macet. Buret digunakan untuk titrasi dan memindahkan volume larutan dengan tingkat presisi yang tinggi. Alat ini cocok untuk keperluan analisis kuantitatif.



Gambar 8. Buret (Sumber: <https://www.sglabware.com/product/burette-class-a-straight-made-of-borosilicate-glass-3-3/>)

8. Kaca arloji

Kaca arloji berbentuk bulat dengan berbagai diameter yang berbahan kaca borosilikat (gambar 9). Alat ini berfungsi menguapkan zat, menutup gelas kimia pada proses pemanasan, tempat menimbang zat, dan mengeringkan zat di dalam desikator.



Gambar 9. Kaca arloji (Sumber: <https://www.indonetwork.co.id/product/kaca-arloji-5992559>)

9. Tabung reaksi

Tabung reaksi merupakan tabung kaca dengan mulut berbentuk silinder pada bagian atas (gambar 10). Ukuran tabung reaksi ada yang kecil dan besar dengan ukuran diameter 1,2 – 2,2 cm dan panjang tabung 11 – 23 cm. Tabung reaksi berfungsi sebagai tempat mencampurkan dan mereaksikan larutan untuk analisa kualitatif, memanaskan zat, dan menumbuhkan bakteri pada agar miring. Pada laboratorium medis, tabung reaksi

digunakan untuk menampung darah atau urine yang kan diperiksa dengan menggunakan sentrifus.



Gambar 10. Tabung reaksi (Sumber: <https://glasswareindonesia.wordpress.com/2018/11/12/tabung-reaksi-pyrex/>)

10. Pipet tetes

Pipet tetes merupakan pipet tanpa skala yang dengan bagian bawah lancip dan dilengkapi bulb karet pada bagian atas untuk membantu menghisap larutan (gambar 11). Pipet jenis ini berfungsi untuk menambahkan larutan tetes demi tetes atau mengambil larutan. Pipet tetes ada berbahan plastik dan kaca.



Gambar 11. Pipet tetes (Sumber: dokumentasi pribadi)

11. Corong

Corong berbentuk kerucut di bagian atas dan pipa panjang di bagian bawah berbahan kaca borosilikat (gambar 12). Corong berfungsi sebagai alat bantu memindahkan atau memasukkan larutan dan membantu proses penyaringan. Pada proses penyaringan, corong dilapisi terlebih dahulu dengan kertas saring.



Gambar 9. Corong (Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/32856570677.html>)

12. Corong pisah

Corong pisah berbentuk tabung kerucut, bagian atas terdapat tutup kaca, dan bagian bawah terdapat keran (gambar 12). Alat ini berbahan kaca borosilikat dan keran berbahan plastic atau kaca. Alat ini berfungsi untuk mengekstrasi larutan. Ekstraksi adalah memisahkan komponen-komponen di dalam larutan berdasarkan perbedaan massa jenis.



Gambar 12. Corong pisah (Sumber: <https://www.thomassci.com/scientific-supplies/Separatory-Funnel-Pyrex>)

13. Bola hisap (*Rubber bulb*)

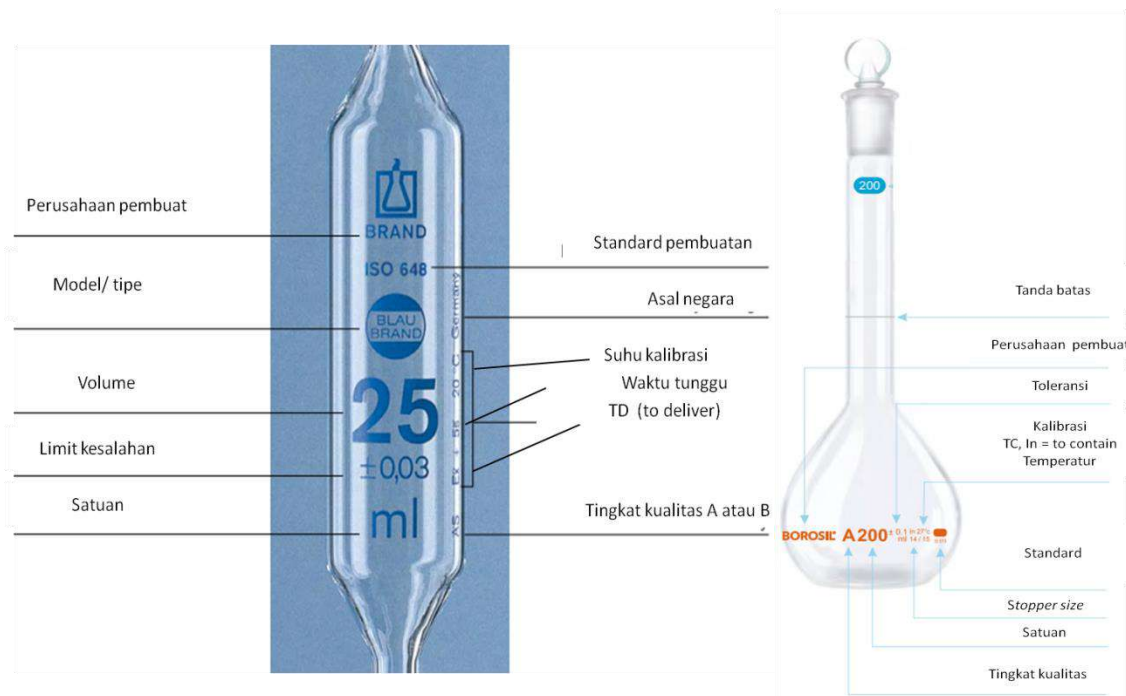
Bola hisap atau *rubber bulb* adalah alat bantu yang digunakan pada pipet gondok dan pipet ukur. Alat ini berfungsi untuk membantu menarik dan mengeluarkan larutan. Bahan dasar alat ini adalah karet yang tahan dan tidak bereaksi terhadap senyawa kimia. *Rubber bulb* terdiri dari tiga saluran katup dengan simbol A, S, dan E (gambar 13). A (*aspirate*) berfungsi mengeluarkan udara dari gelembung. S (*suction*) berfungsi untuk menghisap cairan. E (*Exhaust*) untuk mengeluarkan cairan dari pipet ukur ataupun volume.



Gambar 12. Bagian- bagian *rubber bulb*

B. Simbol/ Tanda pada Alat Gelas

Pada alat gelas terdapat simbol yang berfungsi memberikan informasi terkait alat gelas tersebut.



Gambar 13. Tanda pada alat gelas

Tabel 1. Simbol pada alat gelas

No	Simbol	Keterangan
1	Volume dan unit satuan	Menunjukkan volume dan satuan yang tertera pada alat gelas
2	BS/ ISO/ ASTM/ DIN	Standarisasi pembuatan alat DIN dari Jerman, ISO (internasional), BS (Inggris), ASTM (Amerika)
3	A atau B	Tingkat kualitas alat. Perbedaan kualitas alat dapat dilihat dari batas toleransi alat. Kelas A umumnya digunakan untuk pekerjaan analisa kuantitatif dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Toleransi kelas A setengah dari kelas B. Beberapa alat ukur volumetri diproduksi dengan kelas A atau B.
4	Second (misal 5S)	Waktu pengeluaran cairan
5	Temperature	Suhu kalibrasi alat (biasanya 20°C)
6	Toleransi (misal $\pm 0,03$)	Batas toleransi alat
7	TD atau TC	TD (Ex = to deliver) artinya digunakan untuk memindahkan larutan seperti pipet volume, pipet

		ukur, dan buret; TC (In = to contain) artinya digunakan untuk menampung larutan seperti labu ukur
8	Nama dagang	Nama dagang atau tipenya, misal: Pyrex, Brand, Borisic

Tabel 2. Nilai toleransi kelas A dan B pada alat gelas

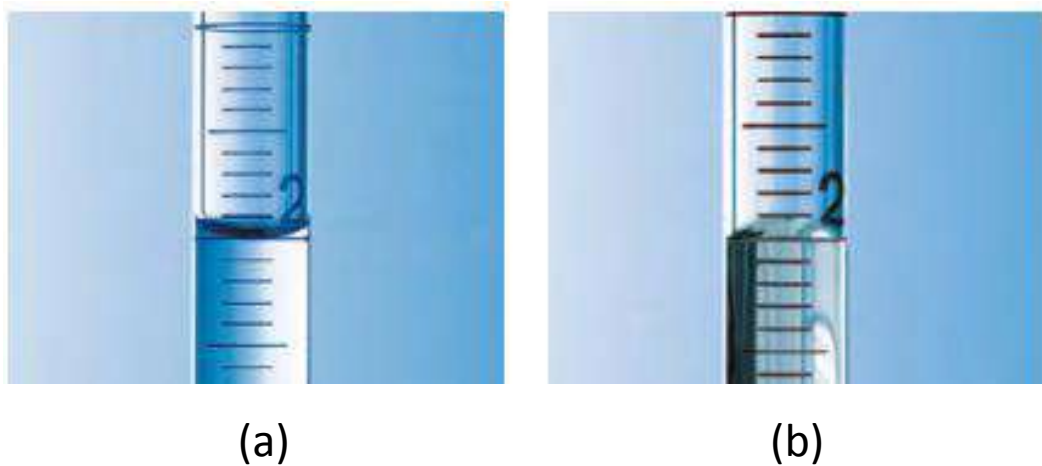
No	Alat	Volume (mL)	Toleransi (mL)	
			Kelas A	Kelas B
1	Pipet volume	1	0,008	0,015
		5	0,015	0,03
		10	0,02	0,04
		25	0,03	0,06
2	Pipet ukur	1	0,006	0,01
		5	0,03	0,05
		10	0,05	0,1
		25	0,1	0,2
3	Buret	5	0,01	0,02
		10	0,02	0,05
		50	0,05	0,1
		100	0,1	0,2
4	Labu ukur	5	0,025	0,04
		10	0,025	0,04
		50	0,06	0,12
		250	0,15	0,3
		1000	0,4	0,8
5	Gelas ukur	5	0,05	0,1
		10	0,10	0,2
		25	0,15	0,5
		100	0,5	1,00
		500	1,5	5,00
		2000	6,00	20,0

C. Teknik Penggunaan Alat Gelas

1. Pembacaan meniskus

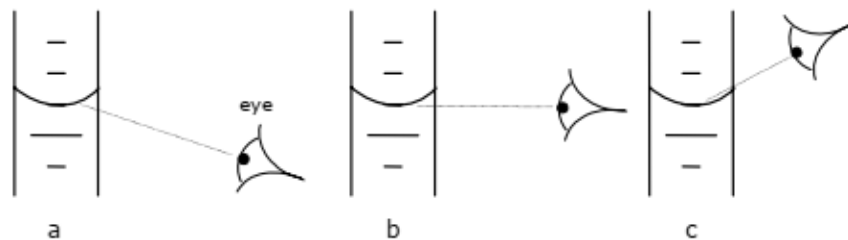
Ketika menggunakan alat gelas volumetri, pembacaan meniskus merupakan hal yang sangat penting. Meniskus adalah peristiwa melengkungnya permukaan zat cair di dalam tabung karena adanya pengaruh gaya kohesi dan adisi. Meniskus bisa membentuk lengkungan ke atas atau ke bawah,

Jika suatu cairan tertarik lebih kuat pada dinding kaca tabung (adhesi) dibandingkan molekul cairannya sendiri (kohesi) maka membentuk meniskus cekung, contohnya adalah aquades yang menempel pada tabung. Jika gaya tarik suatu cairan sejenis lebih kuat (kohesi) dibandingkan gaya tariknya dengan dinding kaca tabung (adhesi) maka membentuk meniskus cembung, contohnya adalah larutan merkuri yang tidak menempel pada tabung.



Gambar 14. Jenis meniskus: (a) meniskus cekung; (b) meniskus cembung (Sumber: *manual book Brand*)

Pembacaan meniskus harus dalam posisi yang benar agar pengukuran volume suatu cairan dapat dilakukan dengan tepat. Pembacaan meniskus yang tepat adalah alat gelas volumetri dipegang dalam posisi tegak dan mata pengamat harus sejajar dengan garis paling bawah cekungan meniskus (Gambar 15b). Pembacaan meniskus gambar 15a dan 15b salah karena berada di atas atau di bawah mata pengamat.



Gambar 15. Pembacaan meniskus yang benar adalah poin b (Bailey & Barwick, 2007)

2. Pipet volume

Tahapan penggunaan pipet volume yaitu:

- a. *Rubber bulb* dipasangkan pada ujung atas pipet volume. Tangan kanan digunakan untuk memegang *rubber bulb*, dan tangan kiri untuk memegang pipet
- b. Pipet volume dibilas terlebih dahulu larutan yang akan diambil dengan cara larutan dihisap dengan menekan katup S (*suction*), kemudian larutan dikeluarkan dengan menekan katup E (*exhaust*)
- c. Larutan diambil dengan pipet volume dengan menekan katup S
- d. Bagian luar pipet volume dilap dengan tisu untuk menghilangkan cairan yang tersisa di luar ujung atau samping pipet volume
- e. Volume larutan diatur sampai tanda batas/ cincin pipet volume dan dibaca garis meniskusnya sejajar dengan mata pengamat
- f. Pipet volume dipegang secara vertikal dan larutan dikeluarkan dengan menekan katup E dan ujung pipet ditempelkan pada dinding permukaan dalam gelas kimia yang dimiringkan

3. Labu ukur

Tahapan pembuatan larutan standar atau pengenceran larutan menggunakan labu ukur yaitu:

- a. Labu ukur yang akan digunakan dipastikan dalam keadaan bersih dan bebas dari debu
- b. Zat yang telah ditimbang atau larutan standar yang akan diencerkan dimasukkan ke dalam labu ukur
- c. Aquades ditambahkan sekitar $\frac{1}{2}$ nya labu ukur. Labu ukur dikocok agar membentuk larutan homogeny
- d. Aquades ditambahkan sampai di bawah tanda batas/ cincin labu ukur
- e. Aquades ditambahkan sedikit demi sedikit menggunakan pipet tetes sampai tepat meniskus tanda batas/ cincin labu ukur. Pembacaan garis meniskus harus sejajar dengan mata pengamat
- f. Labu ukur dikocok kembali hingga larutan homogen

D. Hal-hal yang Perlu Diperhatikan dalam Penggunaan Alat Gelas

- a. Pipet volume

1. Pipet volume yang digunakan sesuai ukuran dan tanda tera/ batas jelas
2. Pipet volume yang digunakan harus bersih, kering, bebas dari debu, dan ujung pipet masih utuh atau tidak retak
3. Pipet volume yang digunakan tidak menetes atau bocor dan tidak ada gelembung udara di dalam pipet volume pada saat diisi cairan
4. *Rubber bulb* digunakan sebagai alat bantu untuk membantu proses pemipetan cairan
5. Pipet volume diisi cairan di atas tanda batas/ tera, kemudian cairan dikeluarkan sampai tanda batas/ tera dengan posisi vertikal dan pembacaan meniskus sejajar dengan mata pengamat
6. Pemindahan cairan dari pipet ke dalam wadah atau gelas kimia harus dilakukan dengan cara menempelkan ujung pipet pada dinding wadah dalam posisi tegak lurus dan cairan dibiarkan mengalir
7. Pipet volumetrik tidak boleh ditiup
8. Bagian luar pipet volume dikeringkan dengan tisu setelah dan sebelum diisi cairan

b. Pipet ukur

1. Pipet ukur yang digunakan sesuai ukuran dan tanda tera/ batas jelas
2. Pipet ukur yang digunakan harus bersih, kering, bebas dari debu, dan ujung pipet masih utuh atau tidak retak
3. Pipet ukur yang digunakan tidak menetes atau bocor dan tidak ada gelembung udara di dalam pipet ukur pada saat diisi cairan
4. Pipet ukur yang mempunyai tanda cincin dibagian atas, setelah semua cairan dikeluarkan maka sisa cairan diujung pipet dikeluarkan dengan ditiup memakai *rubber bulb*
5. Pipet ukur yang tidak memiliki tanda cincin di bagian atas, tidak boleh ditiup bila masih ada sisa cairan diujung pipet
6. Pipet ukur untuk pemeriksaan biakan bakteri harus disterilisasi dahulu
7. Bagian luar pipet volume dikeringkan dengan tisu setelah dan sebelum diisi cairan

c. Labu ukur

1. Labu ukur yang digunakan sesuai kapasitas atau ukuran yang diperlukan

2. Labu ukur yang digunakan harus bersih, kering, dan tanda tera/ batas tidak pudar
 3. Pastikan zat padat telah larut semua sebelum membuat larutan sampai volume yang diinginkan
- d. Penggunaan alat gelas dengan pemanasan atau pendinginan
1. Alat gelas tidak diletakkan di atas api secara langsung
 2. Alat gelas jangan dipanaskan $> 110^{\circ}\text{C}$, di autoclave $> 121^{\circ}\text{C}$, dan didinginkan pada suhu $< -20^{\circ}\text{C}$
 3. Gelas kimia tidak ditinggalkan pada saat dilakukan proses penguapan karena gelas kimia dapat retak pada saat kondisi gelas kimia mendekati kering
 4. Alat gelas jangan mengalami perubahan secara mendadak dari panas ke dingin atau sebaliknya, karena alat gelas dapat retak atau pecah
 5. Batu didih dimasukkan ke dalam gelas kimia untuk mendidihkan cairan lebih cepat dan merata
 6. Tabung reaksi yang dipanaskan menggunakan api langsung sebaiknya dilakukan pada bagian bawah tabung dengan posisi tabung miring agar panas dapat menyebar rata dan mulut tabung reaksi diarahkan ke bagian yang tidak ada orang

E. Perawatan Alat Gelas

Alat gelas yang akan digunakan harus dipastikan dalam keadaan bersih dan bebas dari debu. Tes dapat dilakukan dengan cara membiarkan air mengalir pada alat gelas dan memastikan tidak ada tetesan air pada permukaan dalam alat gelas. Perawatan alat gelas dapat dilakukan sesuai dengan tabel 3.

Tabel 3. Tata cara perawatan alat gelas

No	Kondisi/ Zat kontaminasi	Larutan pembersih
1.	Alat gelas baru	Rendam dengan asam klorida 2% selama 24 jam, kemudian dibilas dengan aquades dan dikeringkan
2.	Alat gelas berlemak	Asam kuat (asam sulfat, asam kromat) atau karbon tetraklorida
3.	Senyawa organik	Campuran asam sulfat pekat panas dan beberapa tetes natrium atau kalium nitrat

No	Kondisi/ Zat kontaminasi	Larutan pembersih
4.	Noda albumin	Ammonia atau asam klorida panas
5.	Noda glukosa	Campuran asam sulfat dan asam nitrat
6.	Noda besi oksida atau tembaga oksida	Campuran asam klorida pekat dan kalium klorat
7.	Endapan barium sulfat	Asam sulfat panas
8.	Noda perak nitrat	Ammonia atau natrium thiosulfat
9.	Noda residu merkuri	Asam nitrat panas
10.	Minyak emersi	Detergen
11.	Asam	Larutan basa lemah, kemudian dibilasa dengan aquades
12.	Basa	Larutan basa lemah, kemudian dibilasa dengan aquades
13.	Viscose	NaOH 5 – 10%, kemudian diberikan cairan pembersih
14.	Residu yang mengandung alumina dan silika	Asam fluorida 2% dan asam sulfat pekat, kemudian dibilas aquades dan aseton

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, C., & Barwick, V. (2007). Laboratory Skills: Training Handbook. In *LGC*.
<https://doi.org/10.1159/000099002>
- BRAND. (2020). *Volumetric Measurement in Laboratory*. BRAND.
https://www.voortlabo.be/wp-content/uploads/2019/01/Brochuere_Volumenmessung_EN.pdf
- Corning. (2008). *Care and Safe Handling of Laboratory Glassware*. Corning Incorporate: Life sciences.
https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/assets/sigmaaldrich/marketing/global/documents/404/391/glass_care_safe_handling.pdf
- Departemen Kesehatan RI. (2008). *Pedoman Praktik Laboratorium Kesehatan yang Benar (Good Laboratory Practice)*. Departemen Kesehatan RI.
- Mardiana, & Rahayu, I. G. (2017). *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (TLM). Pengantar Laboratorium Medik* (pertama). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
<http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/11/Pengantar-Laboratorium-Medik-SC.pdf>

TABUNG WESTERGREN

Oleh:

Maulin Inggraini

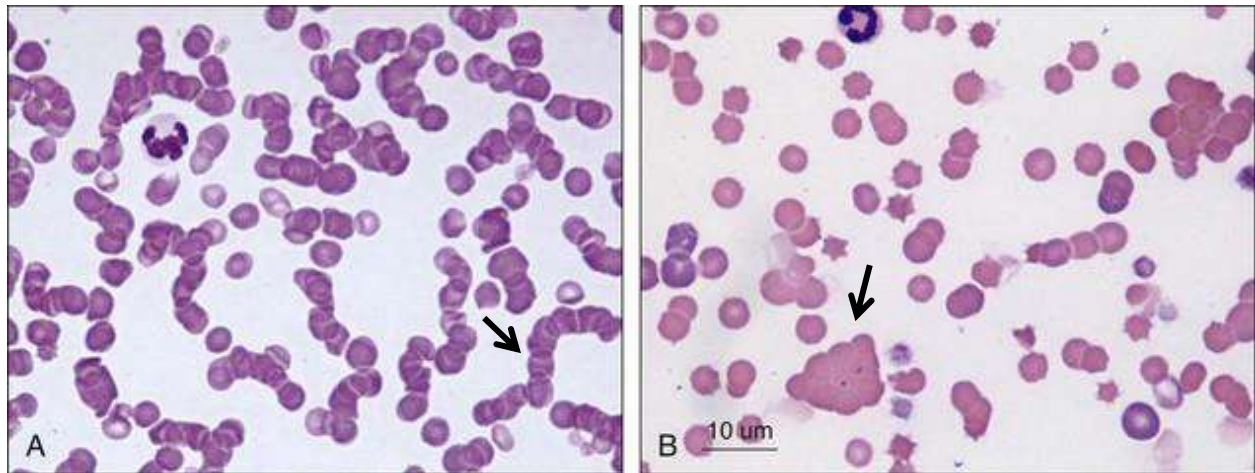
A. Prinsip

Tabung westergren merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui Laju Endap Darah (LED) atau *Blood Sedimentation Rate* (BSR) dalam satuan mm/jam. LED merupakan pemeriksaan untuk menentukan pengendapan eritrosit di dalam darah yang tidak membeku, karena sebelumnya darah sudah diberikan antikoagulan. Meskipun tidak dapat digunakan untuk menentukan tingkat keparahan suatu penyakit, LED dapat digunakan untuk memantau keberhasilan terapi, *screening* awal dalam pemantauan berbagai penyakit, seperti infeksi, inflamasi, kerusakan jaringan, autoimun, keganasan dan penyakit-penyakit yang berdampak pada protein plasma.

Pemeriksaan LED menggunakan darah vena yang dicampur dengan antikoagulan dan pengencer. Reagen yang digunakan adalah natrium sitrat 0,38% atau NaCl 0,85%. Natrium sitrat berfungsi sebagai antikoagulan dan pengencer, maka darah vena dapat secara langsung ditambahkan dengan natrium sitrat 3,8% dengan perbandingan 4:1. Apabila menggunakan darah EDTA maka pengencer dapat menggunakan NaCl 0,85% dengan perbandingan 4:1.

Darah yang sudah dicampur tersebut dimasukkan ke dalam tabung westergren yang diletakkan secara tegak lurus selama 1 jam. Sel-sel darah akan mengendap di dasar tabung karena perbedaan berat jenis. Pengendapan darah terjadi melalui 3 fase, yaitu fase agregasi atau fase pembentukan *rouleaux*, fase sedimentasi atau fase pengendapan dan fase pematatan.

Fase pembentukan ***rouleaux*** berlangsung pada 10 menit pertama. Pada fase ini sel-sel eritrosit mengalami agregasi sehingga terjadi penumpukan sel-sel darah merah yang berlangsung lambat. Perbedaan antara *rouleaux* dan aglutinasi adalah, *rouleaux* merupakan sel darah merah yang tersusun seperti tumpukan koin, sedangkan aglutinasi merupakan sel darah merah yang berkelompok secara acak.



Gambar 1. A. Rouleaux. B. Aglutinasi (Sumber: <https://veteriankey.com/2-red-blood-cells/>)

Fase kedua adalah **pengendapan** atau sedimentasi yang berlangsung pada waktu ke 40 menit. Pada fase ini eritrosit mengalami pengendapan secara konstan dan cepat. Fase pengendapan bergantung pada fase pembentukan *rouleaux*, semakin besar pembentukan *rouleaux* maka akan semakin cepat kecepatan pengendapan.

Fase terakhir adalah **pemadatan** yang terjadi pada 10 menit terakhir. Eritrosit yang mengendap akan mengisi ruang kosong pada tumpukan eritrosit-eritrosit lainnya di bawah tabung, sehingga eritrosit akan memadat dan terakumulasi di bawah. Proses pengendapan berlangsung dengan lambat, karena terjadi pemadatan eritrosit yang mengendap. Lapisan plasma yang terbentuk diukur dan dilaporkan sebagai nilai LED dalam satuan mm/jam. Faktor kecepatan LED dipengaruhi oleh faktor eritrosit, teknik dan fisik.

1. Faktor fisik

Kecepatan LED dipengaruhi oleh dua gaya fisik yang berlawanan, yaitu tekanan ke bawah oleh gaya gravitasi bumi dan tekanan ke atas karena perpindahan plasma. Selain kedua gaya tersebut, kecepatan LED juga dipengaruhi oleh permukaan eritrosit yang memiliki muatan negatif *zeta potential*. Hal ini mengakibatkan eritrosit akan saling tolak menolak sehingga akan sulit terbentuk *rouleaux*. Apabila tubuh mengalami inflamasi, sistem imun tubuh akan melepaskan protein fase akut seperti C-Reactive Protein, fibrinogen, immunoglobulin, dan sitokin. Pelepasan protein ini akan menurunkan muatan

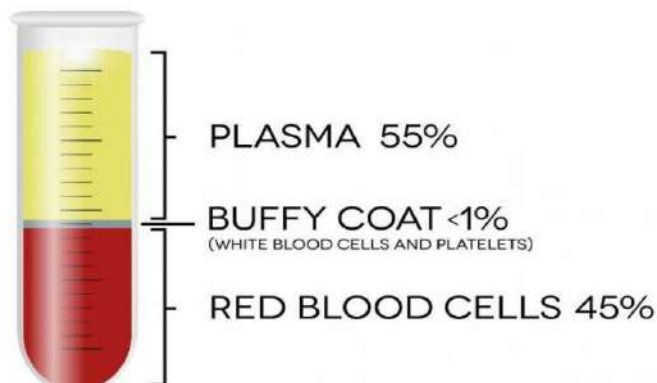
negatif *zeta potential* pada permukaan eritrosit, sehingga proses agregasi dan pembentukan *rouleaux* akan berlangsung dengan cepat.

2. Faktor teknik

Faktor teknik pada LED meliputi posisi tabung, penggunaan antikoagulan dan penundaan pembacaan hasil. Posisi tabung westergren harus tegak lurus. Apabila tabung miring, maka akan mempengaruhi hasil hingga 30%. Penggunaan antikoagulan yang berlebihan akan membuat hasil LED tinggi. Perbandingan darah dan antikoagulan yang digunakan sebesar 4:1. Apabila pemeriksaan akan ditunda, maksimal penundaan adalah 2 jam. Darah yang sudah ditunda selama lebih dari 2 jam akan mengakibatkan banyaknya bakteri yang tumbuh, sehingga eritrosit akan lisis dan nilai LED menjadi tinggi.

3. Faktor fisik

Faktor fisik yang mempengaruhi nilai LED adalah suhu. Suhu ideal untuk pemeriksaan LED adalah 22-27 °C. suhu tinggi akan mempercepat laju pengendapan eritrosit, sedangkan suhu rendah dapat membuat laju pengendapan eritrosit menjadi lambat.



Gambar 2. Laju Endap Darah (Sumber: <https://splitrockrehab.com/esr-testing-health-status/>)

Kelebihan menggunakan westergren untuk penghitungan LED adalah sampel yang digunakan sedikit hanya sekitar 1 – 2 ml, biaya murah karena tidak memerlukan banyak reagen. Adapun kekurangannya adalah membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan hasil, yaitu sekitar 1 jam. Petugas juga memiliki resiko terpapar yang besar terhadap sampel infeksius yang diperiksa. Pemasangan tabung yang tidak tegak sempurna akan memberikan hasil yang berbeda.

B. Bagian dan Fungsi

Westergren terdiri dari rak tabung dan tabung westergren. Rak tabung memiliki 10 tempat untuk meletakkan tabung. Masing-masing tempat terdapat bantalan karet di bagian bawah untuk mencegah kebocoran darah. Bagian atas terdapat klep lempengan besi untuk menahan tabung agar tetap berdiri tegak. Tabung westergren terbuat dari kaca atau plastik (*polypropylene* atau *polycarbonate*) dengan kedua ujung terbuka. Tabung westergren memiliki panjang 30 cm, diameter 2,65 mm dan skala sampai 200 mm.



Gambar 3. Tabung dan rak Wetergren (Sumber: <https://www.gloryamedica.com>)

C. Prosedur Penggunaan

1. Darah diencerkan dengan pengencer (darah vena dengan natrium sitrat 3,8% atau darah EDTA dengan NaCl 0,85%) dalam tabung reaksi dengan perbandingan 4:1 (4 bagian darah dan 1 bagian pengencer)
Missal: 1,6 ml darah EDTA diencerkan dengan 0,4 ml NaCl 0,85%
2. Dihomogenkan
3. Pipet darah yang sudah tercampur pengencer menggunakan pipet westergren sampai tanda batas 0
4. Tabung diletakkan pada rak westergren dengan posisi tegak lurus selama 60 menit, pada suhu 18-25 °C. Hindari getaran dan cahaya matahari langsung
5. Tinggi plasma yang terbentuk diukur dari tanda 0 sampai tanda batas eritroit mengendap. Catat dan laporkan sebagai nilai LED dalam mm/jam
6. Apabila batas antara plasma dan sel darah merah kabur, yang dihitung adalah kepadatan yang jelas terlihat

7. Nilai rujukan:

Bayi baru lahir : 0 – 2 mm/jam
Anak-anak : 0 – 10 mm/jam
Wanita usia 18-50 tahun : 0 – 20 mm/jam
Wanita usia > 50 tahun : 0 – 30 mm/jam
Laki-laki 18-50 tahun : 0 – 15 mm/jam
Laki-laki usia > 50 tahun : 0 – 20 mm/jam

:

D. Perawatan

1. Bersihkan setiap bagian tabung (dalam dan luar) dengan merendamnya dalam air
2. Dapat juga mengalir bagian dalam tabung dengan air mengalir, kemudian alcohol
3. Tidak dianjurkan menggunakan kalium dikromat, karena dapat menyebabkan korosif
4. Simpan di tempat yang kering agar terhindar dari jamur

E. Troubleshooting

No	Permasalahan	Solusi
1	Darah keluar dari mulut tabung dan menggenang di karet rak tabung	Kencangkan klep lempeng besi pada rak tabung
2	Pengendapan berlangsung sangat cepat	Perbaiki posisi tabung, pastikan tegak lurus. Tabung yang miring akan mempercepat eritrosit membentuk rouleaux

DAFTAR PUSTAKA

- Fischbach F, Dunning III MB. 2009. A Manual of Laboratory and Diagnostic Test. 8th edition. Philadelphia Baltimore New York : Wolterskluwer Health.
- Gandasoebrata R. 2013. Penuntun Laboratorium Klinis. Edisi 15. Dian Rakyat, Jakarta.
- Ibrahim N, Suci A, Hardjoeno. 2006. *Hasil Tes Laju Endap Darah Cara Manual dan Automatik. Makassar*. Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory.
- Kumta, S., Gireesh N, Pratapchandra K H, Manjula S. 2011. A comparative Study of Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) Using Sodium Citrate and EDTA. International Journal of Pharmacy and Biological Science. Vol. 1. Issue 4.
- Kushner I, Ballou SP. 2009. Acute-phase reactants and the concept of inflammation. In: firestein GS, Budd RC, Harris ED, et al, eds. Kelley's Textbook of rheumatology. 8th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier:chap 52.
- Nugraha, G. 2017. Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar. Edisi 2. Trans Info Media, Jakarta
- Sacher Ronald A., Richard A. McPherson. 2009. Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium, Edisi 11 . Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Sukarmin, M. dan Dealitanti I. 2019. Perbandingan Hasil Pengukuran Laju Endap Darah dengan Metode Manual dan Automatic. Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS.DR.Soetomo Vol 5. No 1.
- Wirawan, R. 2011. Pemeriksaan Laboratorium Hematologi. Badan Penerbit FKUI, Jakarta.

MIKROSKOP

Oleh:

Maulin Inggraini

A. Prinsip

Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) merupakan ilmuwan mikrobiologi yang menemukan mikroskop. Antonie awalnya menggunakan lensa tunggal seperti kaca pembesar dengan perbesaran 200-300 kali, sehingga dapat melihat adanya hewan kecil yang terdapat pada genangan air hujan dan air liur. Hewan kecil yang dilihat oleh Antonie pada saat itu disebut dengan *animalcules*.

Mikroskop merupakan alat yang digunakan untuk melihat objek yang sangat kecil, seperti bakteri, parasit, sel dan lain sebagainya yang tidak dapat dilihat oleh mata. Mikroskop berasal dari kata *micro* yang artinya kecil dan *scopein* yang berarti melihat. Mikroskop sangat berperan penting dalam melakukan pengamatan, penelitian serta perkembangan ilmu pengetahuan khususnya mikrobiologi. Mikroskop memiliki beberapa jenis, diantaranya:

1. Mikroskop Cahaya

Mikroskop cahaya memiliki pembesaran sampai 1.000x. Cahaya yang digunakan pada mikroskop ini adalah cahaya lampu yang berasal dari sumber litrik. Cahaya dari lampu tersebut diteruskan oleh 3 jenis lensa, yaitu kondensor, lensa objektif dan lensa okuler.

Kondensor merupakan lensa yang ditempatkan di atas sumber cahaya. Kondensor berfungsi untuk mengumpulkan cahaya agar dapat dipusatkan kembali menuju objek pada meja preparat sehingga dapat ditangkap oleh lensa objektif. Lensa objektif merupakan lensa yang terletak dekat dengan objek. Lensa objektif memiliki 4 jenis perbesaran yaitu 4x, 10x, 40x dan 100x. Lensa okuler merupakan lensa yang terletak pada kedua ujung tabung okuler dan dekat dengan mata. Tabung pada lensa okuler dapat dimasukkan mikrometer untuk mengukur panjang suatu objek. Lensa okuler memiliki perbesaran 10x, sehingga mikroskop cahaya mampu melakukan perbesaran sampai 1.000x. Sifat bayangan yang dihasilkan pada mikroskop cahaya adalah maya, terbalik dan diperbesar. Mikroskop cahaya dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan jumlah lensa okuler yang dimiliki:

a. Mikroskop Monokuler

Mikroskop monokuler adalah mikroskop yang masih sederhana dan hanya memiliki 1 lensa okuler. Pengamatan objek hanya dapat dilakukan oleh 1 mata. Mikroskop monokuler masih digunakan untuk pembelajaran di sekolah-sekolah karena penggunaan dan perawatannya yang relatif mudah.



Gambar 1. Mikroskop monokuler (sumber: <https://www.dynatech-int.com/id/artikel/ketahui-jenis-mikroskop-untuk-penelitian>)

b. Mikroskop Binokuler

Mikroskop binokuler merupakan mikroskop yang sangat umum digunakan. Perbedaannya dengan mikroskop monokuler adalah mikroskop binokuler memiliki lensa okuler sebanyak 2 buah, sehingga dalam pengamatan tidak perlu memicingkan mata.



Gambar 2. Mikroskop binokuler Olympus CX23 (sumber: <https://www.olympus-lifescience.com>)

c. Mikroskop Trinokuler

Mikroskop trinokuler merupakan mikroskop dengan tiga buah lensa okuler. Dua *eyetube* untuk pengamatan dengan mata langsung, satu *eyetube* dapat dihubungkan dengan monitor komputer atau proyektor dengan memasang kamera pada *eyetube* tersebut. Biasanya mikroskop ini digunakan untuk mempresentasikan objek yang terlihat pada mikroskop, tanpa harus melihatnya melalui lensa okuler mikroskop.

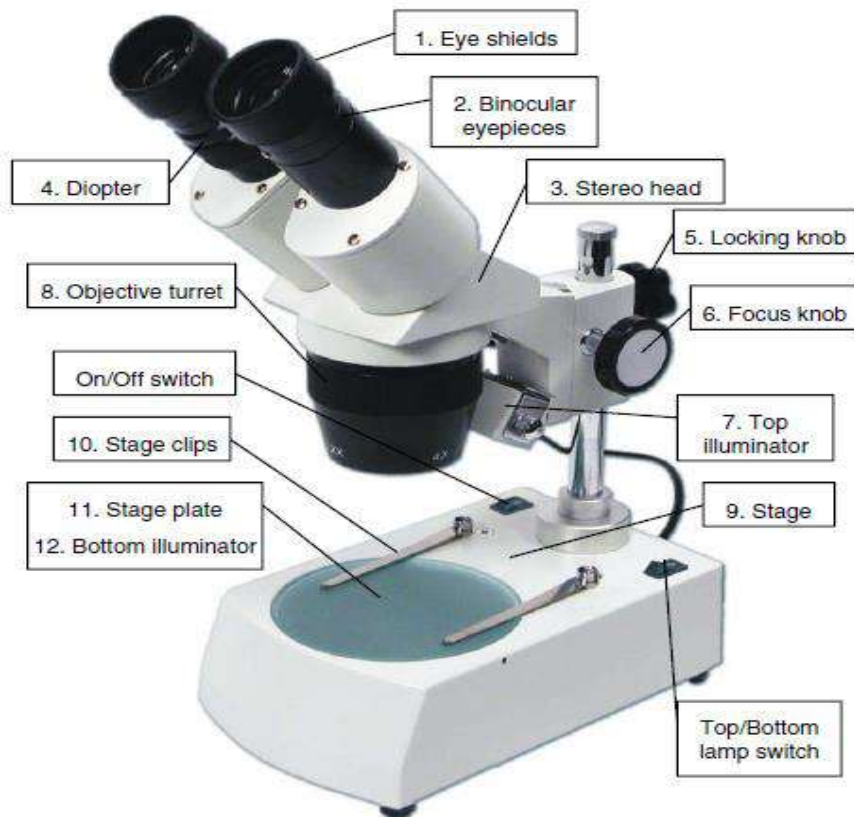
Hasil pengamatan objek pada mikroskop trinokuler dapat di rekam atau dicetak sehingga dapat disimpan untuk keperluan mendatang.



Gambar 3. Mikroskop trinokuler Olympus CX31 (sumber: www.edumediashop.com)

2. Mikroskop Stereo

Mikroskop stereo digunakan untuk objek yang relatif besar, biasa digunakan untuk pendidikan dalam mengamati permukaan objek, seperti serangga, bunga, bebatuan dan lain sebagainya. Seperti pada mikroskop cahaya, mikroskop stereo memiliki lensa okuler dan objektif. Lensa okuler memiliki perbesaran 10x dan menghasilkan gambar 3D yang tidak terbalik. Lensa objektif memiliki perbesaran antara 0.7 - 3 kali, sehingga total perbesaran mikroskop stereo adalah 7 – 30 kali. Meja preparat berada di paling bawah mikroskop, sumber cahaya berasal dari lampu yang berada dekat dengan lensa objektif, sehingga objek yang tebal dapat diamati dengan jelas.



Gambar 4. Mikroskop stereo MI-13STERX (sumber: Instruction Manual for MI-13STERX and MI-24-STERX, Home Science Tools)

3. Mikroskop Fluoresen

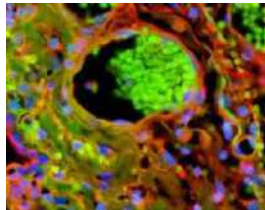
Fluoresen atau pendar merupakan suatu zat yang mempunyai sifat dapat memancarkan cahaya yang gelombangnya lebih panjang dari gelombang yang diserap. Mikroskop fluoresen biasa digunakan untuk spesimen yang diberikan pewarna fluoresen, seperti untuk mendeteksi reaksi antara antibodi-antigen. Sumber cahaya pada mikroskop ini adalah sinar ultraviolet (UV). Lensa okuler mikroskop fluoresens terdapat filter yang memungkinkan panjang gelombang yang lebih panjang dapat lewat sedangkan panjang gelombang yang pendek tertahan atau dihilangkan. Radiasi sinar UV diserap oleh label fluoresen dan energinya dipancarkan kembali dalam bentuk panjang gelombang yang berbeda.

Pewarna fluoresen yang diberikan pada sampel dapat menyerap pada panjang gelombang 230 dan 350 nm dan memancarkan cahaya oranye, kuning atau hijau. Antibodi yang terkonjugasi dengan pewarna fluoresen menjadi tereksistensi dengan adanya sinar UV dan bagian fluoresen dari pewarna menjadi terlihat, dengan latar

belakang hitam. Perbesaran yang dihasilkan sekitar 1000 – 2000 kali, bayangan yang terlihat adalah diperbesar terang dan berfluoresen / berpendar.



Gambar 5. Mikroskop fluoresen Olympus BX53 (Sumber: <https://www.olympus-lifescience.com>)



Gambar 6. Visualisasi mikroskop fluoresen, jaringan paru-paru manusia (Sumber: www.microscopyu.com)

4. Mikroskop Medan Gelap

Mikroskop medan gelap hampir sama dengan mikroskop cahaya, perbedaannya adalah sistem lensa kondensor pada mikroskop medan gelap dimodifikasi sehingga spesimen tidak diterangi secara langsung. Kondensor mengarahkan cahaya pada suatu sudut yang mengakibatkan cahaya dibelokkan atau dihamburkan dari spesimen, sehingga spesimen akan tampak terang dengan latar belakang gelap. Mikroskop medan gelap biasanya digunakan untuk spesimen yang tidak berwarna, transparan dan hanya mampu menyerap sedikit cahaya. Spesimen tersebut memiliki indeks bias yang sama dengan lingkungannya, sehingga sulit dibedakan dengan lingkungan apabila menggunakan teknik illuminasi lainnya. Objek yang dapat dilihat menggunakan mikroskop medan gelap diantaranya plankton, ganggang, serangga, protozoa, bahkan dapat juga digunakan untuk mengamati spesimen yang hidup. Perbesaran mikroskop medan gelap dapat mencapai 1000x.



Gambar 7. Mikroskop medan gelap iScope plan, phase contrast, darkfield (Sumber: www.euromax.com)



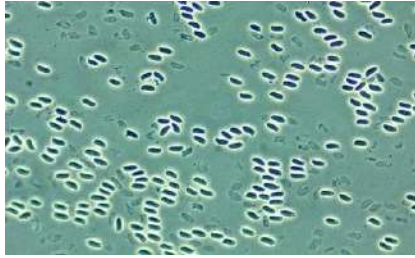
Gambar 8. Visualisasi mikroskop medan gelap (Sumber: www.wikiwand.com)

5. Mikroskop Fase Kontras

Mikroskop fase kontras berbeda dengan mikroskop medan gelap, pada mikroskop ini spesimen akan tampak gelap sedangkan latar belakang akan terang. Hal ini dikarenakan cahaya ditransmisikan melalui spesimen dengan indeks bias yang berbeda dengan lingkungan sekitarnya. Apabila cahaya melewati objek, cahaya tersebut akan berubah fase sesuai dengan indeks refraksi sel. Cahaya yang melewati objek tersebut akan mengalami perubahan fase secara relatif dibandingkan dengan lingkungan sekitarnya. Mikroskop ini dapat juga digunakan untuk spesimen hidup dan tidak membutuhkan pengecatan dalam pengamatannya. Perbesaran mikroskop fase kontras dapat mencapai 1000x.



Gambar 9. Mikroskop fase kontras Labomed LX400 (Sumber: www.microscopecentral.com)



Gambar 10. Visualisasi mikroskop fase kontras pada spora *Pleurotus ostreatus* (Sumber: www.microscopemaster.com)

6. Mikroskop Elektron

Mikroskop elektron menggunakan berkas elektron sebagai pengganti cahaya, pemfokusan dilakukan oleh elektromagnet bukan dengan satu set optik atau lensa seperti pada mikroskop cahaya. Mikroskop elektron memiliki perbesaran mencapai jutaan kali dan resolusi yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena berkas elektron yang digunakan memiliki panjang gelombang yang pendek sehingga memungkinkan visualisasi partikel seluler submikroskopik.

Spesimen yang diamati pada mikroskop elektron disiapkan dalam bentuk filament yang tipis, difiksasi dan didehidrasi sehingga memungkinkan berkas elektron dapat melewati dengan bebas. Berkas elektron yang melewati spesimen akan terekam pada film fotografis dan dapat divisualisasikan dengan komputer yang merupakan rangkaian perangkat pada mikroskop elektron tersebut.

Keunggulan mikroskop elektron dibandingkan dengan mikroskop cahaya adalah mikroskop elektron memiliki perbesaran dan resolusi yang jauh lebih tinggi. Kekurangannya adalah harga mikroskop elektron jauh lebih mahal dari mikroskop lainnya, ukuran yang relatif besar dan preparasi sampel yang rumit. Sampai saat ini ada dua jenis mikroskop utama yang digunakan dalam penelitian klinis dan biomedis, yaitu *Transmission Electron Microscope* (TEM) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM), terkadang TEM dan SEM dikombinasikan menjadi satu alat yaitu *Scanning Transmission Electron Microscope* (STEM).

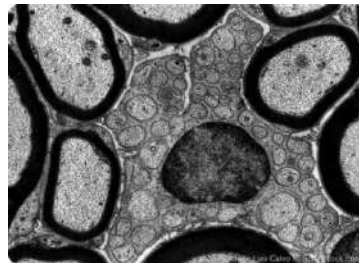
a. *Transmission Electron Microscope* (TEM)

Prinsip TEM adalah menghasilkan gambar dari berkas elektron yang ditransmisikan pada spesimen. Spesimen harus dilakukan pengirisan tipis terlebih dahulu umumnya 150 nm agar terlihat detail struktur internal sel. Berkas elektron

yang ditembakkan pada mikroskop elektron akan diterima dan diteruskan oleh 3 jenis lensa, yaitu lensa objektif yang merupakan lensa utama pada TEM, kemudian dilanjutkan ke lensa intermediate yang memperkuat bayangan dari lensa objektif terakhir adalah lensa proyektor untuk menggambarkan pada layar fluoresens yang ditangkap oleh film fotografis. Perbesaran yang dapat dilakukan oleh TEM berkisar 50 – 1 juta kali, tetapi gambar masih dapat diperbesar lagi mencapai puluhan juta kali secara film fotografis, dengan resolusi mencapai 50 pikometer, hasil divisualisasikan dalam dua dimensi.



Gambar 11. *Transmission Electron Microscope* (TEM) Hitachi HT7800 (Sumber: www.hitachi-hightech.com)



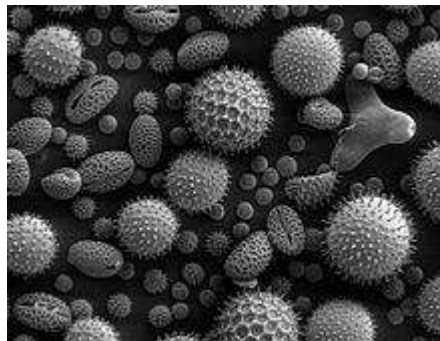
Gambar 12. Visualisasi TEM pada serat myelin perifer dan sel Schwan (Sumber: <https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-Transmission-Electron-Microscopy.aspx>)

b. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Pemindaian mikroskop elektron digunakan untuk memvisualisasikan karakteristik permukaan spesimen bukan intraseluler. Preparasi specimen lebih mudah dari TEM, karena tidak perlu dilakukan pengirisan terlebih dahulu. Gambar yang dihasilkan berupa 3 dimensi dengan perbesaran berkisar 1 juta kali dengan resolusi 5 nanometer, hal ini disebabkan berkas elektron dapat memindai bolak balik saat berkas elektron tersebut dipantulkan dari spesimen.



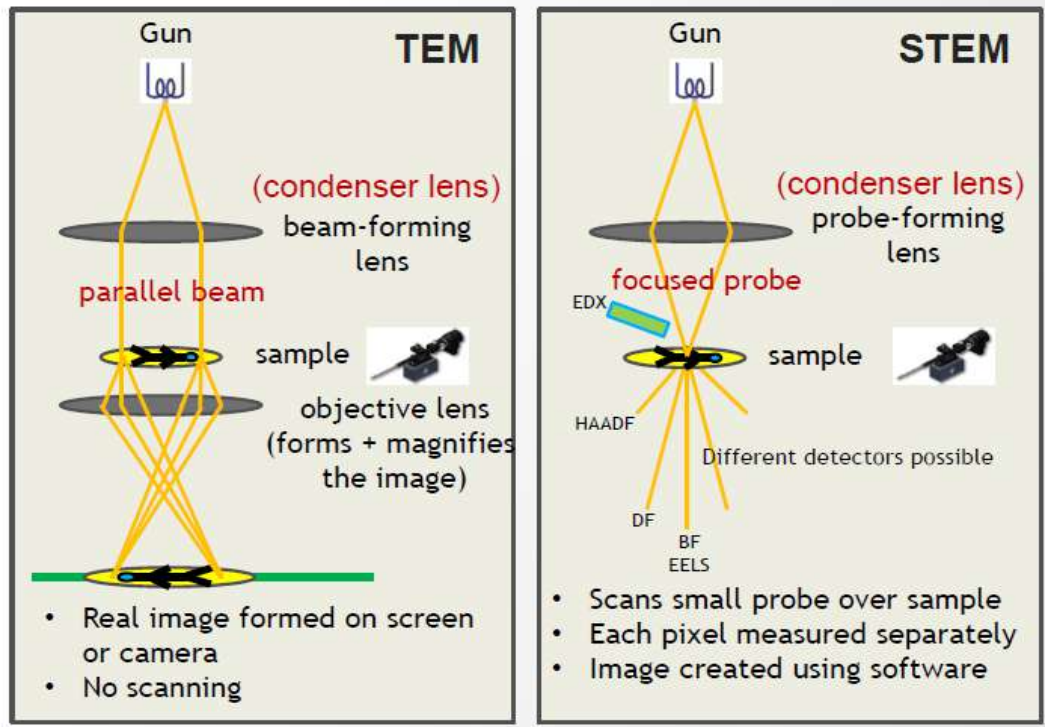
Gambar 13. *Scanning Eletron Microscope* (SEM) Jeol JSM-IT800 (www.jeol.co.jp/en/products)



Gambar 14. Visualiasi SEM pada butiran serbuk sari (Sumber: www.en.wikipedia.org/wiki/)

c. *Scanning Transmission Electron Microscope* (STEM)

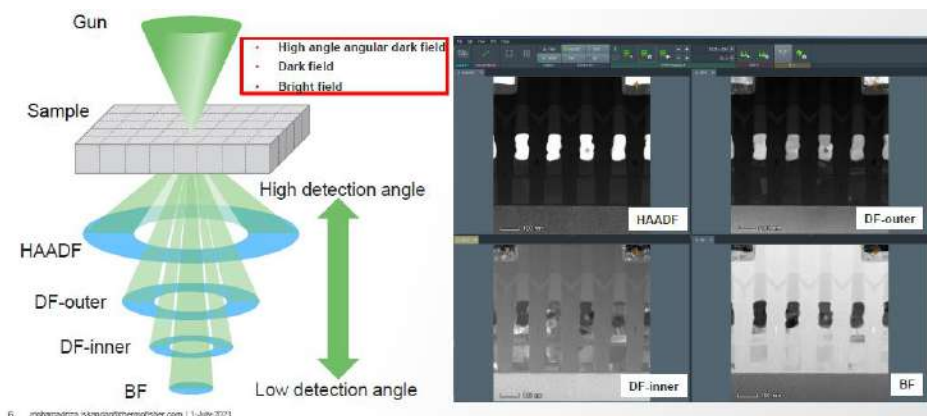
Scanning Transmission Electron Microscope (STEM) merupakan kombinasi dari TEM dan SEM. STEM bekerja dalam mode difraksi yang difokuskan secara halus dan pemindaian seperti SEM, sedangkan gambar divisualisasikan oleh elektron yang ditransmisikan seperti pada TEM. STEM Menghasilkan berbagai kontras dan informasi yang berbeda, disajikan dalam geometri detektor.



Gambar 15. Perbandingan antara TEM dan STEM (Sumber: ThermoFisher Scientific)

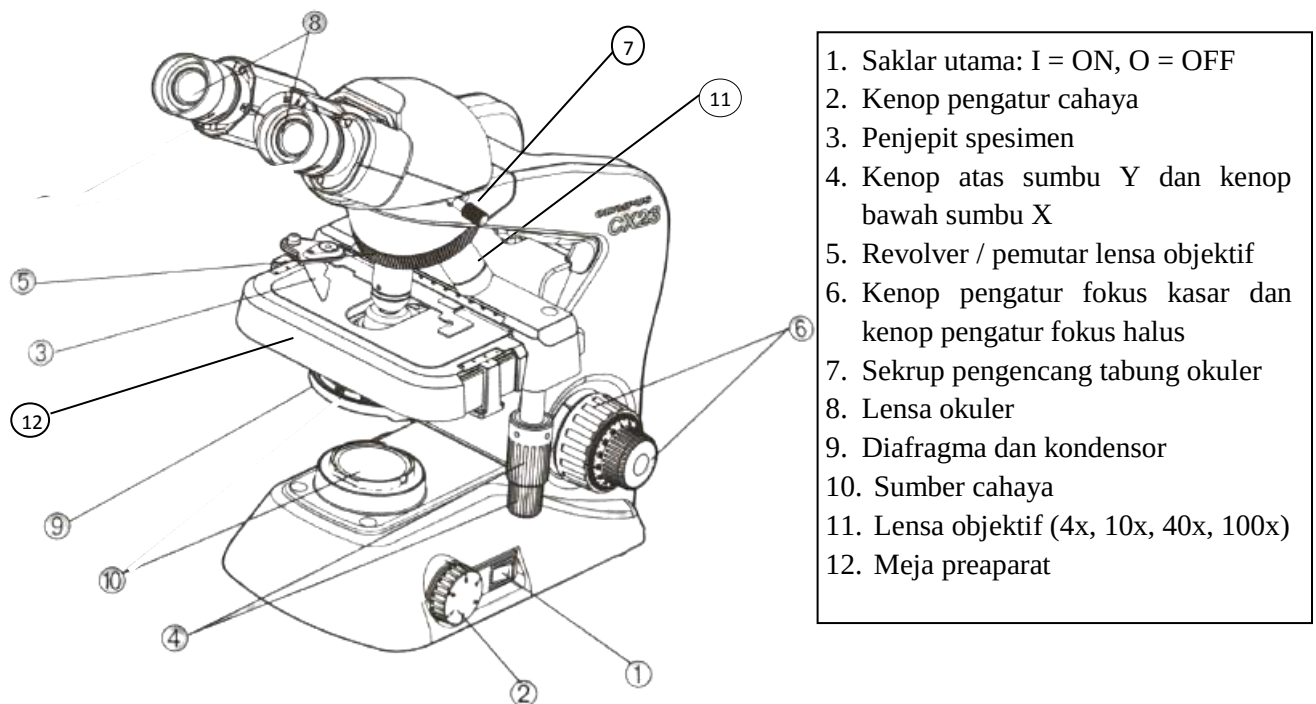


Gambar 16. Scanning Transmission Electron Microscope (STEM) Hitachi HD-2700 (Sumber: www.hitachi-hightech.com)



Gambar 17. Berbagai kontras dan gambar yang dihasilkan oleh STEM (Sumber: ThermoFisher Scientific)

B. Bagian dan Fungsi



Gambar 18. Bagian-bagian mikroskop cahaya

1. Saklar utama

Setelah mikroskop sudah disambungkan pada sumber listrik, tekan saklar utama untuk menghidupkan “I” : ON atau mematikan “O” : OFF

2. Kenop pengatur cahaya

Memperbesar atau memperkecil cahaya lampu

3. Penjepit spesimen

Berfungsi untuk menjepit preparat agar tetap berada diposisinya

4. Kenop sumbu Y dan kenop sumbu X

Kenop atas yaitu sumbu Y, mengatur meja preparat bergerak secara vertikal.

Kenop bawah, yaitu sumbu X, mengatur meja preparat bergerak secara horizontal

5. Revolver

Pemutar lensa objektif, menyesuaikan dengan perbesaran lensa objektif yang diinginkan

6. Kenop pengatur fokus kasar dan halus

Kenop perbesaran mikroskop ada dua jenis, kasar dan halus. Kenop pengatur fokus kasar berfungsi untuk menaikturunkan meja preparat secara kasar dan cepat, sedangkan kenop pengatur fokus halus untuk menaikturunkan meja preparat secara halus dan lambat. Focus kasar digunakan pada lensa objektif 4x, sedangkan focus halus digunakan pada lensa objektif 10x, 40x dan 100x.

7. Sekrup pengencang tabung okuler

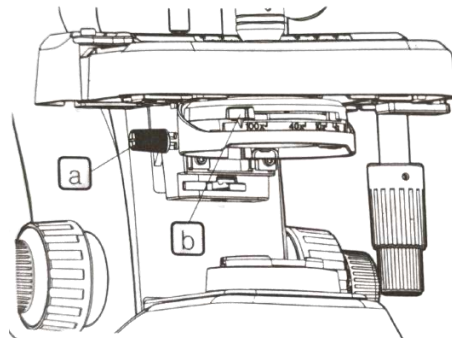
Tabung okuler dapat diputar 360° dan dapat dilepas, sekrup ini dapat membuka atau melepaskan tabung okuler pada badan mikroskop.

8. Lensa okuler

Lensa yang berada dekat dengan mata, berfungsi untuk memperbesar bayangan yang dibentuk pada lensa objektif. Perbesaran pada lensa okuler adalah 10x.

9. Diafragma dan kondensor

Diafragma berfungsi untuk mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk. Kondensor berfungsi untuk mengumpulkan cahaya yang masuk agar tertuju ke lensa objektif.



Gambar 19. (a) kenop pengatur kondensor, (b) pengatur diafragma

10. Sumber cahaya

Sumber cahaya berasal dari lampu

11. Lensa objektif

Memperbesar bayangan, terdapat 4 buah lensa objektif, yaitu lensa objektif perbesaran 4x, 10x, 40x dan 100x

12. Meja preparat

Meja yang digunakan untuk meletakkan specimen, biasanya berupa preparat di atas *object glass*.

C. Prosedur penggunaan

Prosedur penggunaan mikroskop cahaya harus sesuai dengan petunjuk manual yang terdapat pada serangkaian mikroskop yang digunakan. Prosedur penggunaan mikroskop cahaya adalah sebagai berikut:

1. Mikroskop dipindahkan dengan hati-hati, angkat mikroskop pada bagian leher dengan menggunakan satu tangan dan tangan lainnya menyanggah bagian dasar mikroskop



Gambar 20. Cara mengangkat mikroskop

2. Mikroskop diletakkan pada meja yang datar dan minim getaran
3. Sambungkan mikroskop pada sumber listrik dan atur saklar utama pada posisi **I** atau **ON**
4. Putar kenop pengaturan kecerahan, sesuaikan dengan kenyamanan mata
5. Letakkan preparat yang akan diamati pada meja preparat, jepitkan preparat pada tuas penahan preparat
6. Atur jarak lensa okuler sesuai dengan jarak antara dua mata, agar dapat terlihat gambar mikroskopis tunggal dan mengurangi ketegangan mata ketika mengamati preparat.
7. Setelah preparat sudah berada di atas meja preparat, atur posisi preparat dengan memutar kenop atas sumbu Y untuk menggerakkan preparat secara vertikal dan kenop bawah sumbu X untuk menggerakkan preparat secara horizontal
8. Putar revolver untuk memilih perbesaran lensa objektif, lensa objektif yang digunakan dimulai dari perbesaran yang terendah (4x)
9. Putar kenop pengatur fokus kasar secara perlahan sampai terlihat bayangan. Putar revolver untuk memindahkan lensa objektif pada perbesaran 10x, putar kenop pengatur

fokus halus sampai terlihat bayangan, lakukan hal yang sama untuk lensa objektif perbesaran 40x dan 100x. **PENTING!** perbesaran 10x, 40x dan 100x harus menggunakan kenop pengatur fokus halus

10. Tetekan minyak imersi di atas preparat apabila menggunakan perbesaran 100x. Minyak imersi berfungsi untuk memperbanyak cahaya yang menuju ke lensa objektif sehingga dapat memperjelas bayangan yang akan dilihat
11. Umumnya kondensor diatur pada posisi tertinggi, tetapi apabila bidang pandang tidak cukup terang, maka kondensor dapat sedikit diturunkan untuk meningkatkan kecerahan
12. Setelah selesai digunakan, turunkan meja prepat menggunakan kenop pengatur kasar, longgarkan penjepit preparat dan lepaskan preparat dari meja preparat, putar kenop pengaturan kecerahan sampai tidak ada cahaya yang keluar, atur saklar utama pada posisi **O / OFF**.

D. Perawatan

Perawatan mikroskop menjadi sangat penting, karena akan memaksimalkan usia mikroskop. Hal-hal yang sering terjadi pada mikroskop adalah kurangnya kebersihan lensa mikroskop dan kelalaian dalam menyimpan mikroskop. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan dan pemeliharaan mikroskop:

1. Hindari menyentuh lensa objektif atau okuler
2. Lensa mikroskop yang kotor karena debu yang menempel dapat ditiupkan dengan blower kecil.
3. Apabila kotoran yang menempel pada lensa disebabkan oleh preparat, minyak imersi atau tersentuh tangan, maka bersihkan dengan kertas khusus lensa yang ditambah dengan alkohol, usap dengan lembut. Karena alkohol sangat mudah terbakar, usahakan pada saat membersihkan lensa mikroskop dalam keadaan tidak terhubung arus listrik atau dalam keadaan kondisi *off*.
4. Bagian mikroskop selain lensa, seperti meja preparat, leher mikroskop dan lain sebagainya dapat dibersihkan menggunakan cairan deterjen dan diusap dengan lembut. Tidak dianjurkan untuk menggunakan pelarut organik untuk membersihkan bagian selain lensa, karena dapat merusak lapisan plastik atau bagian yang di cat.

5. Mikroskop yang tidak digunakan, harus dicabut dari sumber listrik, lepaskan kabel listrik dari mikroskop, turunkan meja preparat dengan menggunakan kenop kasar, putar lensa objektif dengan lensa perbesaran 40x menghadap ke depan, putar tabung okuler kebelakang dan kencangkan sekrup
6. Tutupi mikroskop dengan penutup debu
7. Simpan mikroskop pada ruangan yang kering, tidak lembab dan tidak terlalu panas pada siang hari untuk menghindari tumbuhnya jamur pada lensa mikroskop. Mikroskop juga bisa disimpan pada lemari yang kering dan tahan guncangan
8. Apabila mikroskop akan dipindahkan dalam jarak yang cukup jauh, maka sebaiknya lepaskan bagian-bagian mikroskop, kemudian masukkan ke dalam kardus untuk meminimalisir guncangan dan kerusakan
9. Operasikan mikroskop dengan bijak dan hati-hati, lepaskan preaparat dari meja preparat ketika mikroskop akan dipindahkan, tidak memutar kenop dengan kencang/kasar, tidak mengangkat mikroskop dengan satu tangan.

E. Troubleshooting

Pada penggunaannya, terkadang kinerja mikroskop tidak berjalan sebagaimana seharusnya. Apabila ada masalah yang terjadi, dapat melakukan beberapa hal di bawah ini:

No	Permasalahan	Solusi
1	Kecerahan lapang pandang yang diamati tidak merata	a. Lensa objektif belum diatur dengan sempurna: pastikan memutar revolver lensa objektif sampai bunyi “klik” b. Kondensor terlalu rendah: naikkan kondensor sampai batasnya c. Lensa objektif, kondensor, lensa okuler dan/atau peparat kotor: bersihkan dengan lembut
2	Terlihat debu pada lapang pandang	Lensa objektif, kondensor, lensa okuler dan/atau peparat kotor: bersihkan dengan lembut
3	Lapang pandang berwarna keputihan, kabur atau tidak jelas	a. Lensa objektif belum diatur dengan sempurna: pastikan memutar revolver lensa objektif sampai bunyi “klik” b. Lensa objektif, kondensor, lensa okuler dan/atau peparat kotor: bersihkan dengan lembut c. Gunakan minyak imersi d. Terdapat balon udara pada minyak imersi: hilangkan balon udara
4	Sebagian lapang pandang tidak fokus atau terlihat seperti mengalir	Preparat tidak diatur dengan benar: atur preparat dengan benar, pastikan preparat dijepit dengan menggunakan penjepit preparat

5	Lensa objektif mengenai preparat sebelum mendapatkan fokus gambar	Preparat dipasang terbalik: atur preparat dengan benar dan tutup dengan <i>cover glass</i>
6	Kenop pengatur fokus kasar terlalu keras	Cincin penyetel kenop diatur terlalu keras: kendurkan cincin penyetel
7	Meja preaprat turun dengan sendirinya, atau fokus menjadi hilang karena selip dari kenop pengatur fokus kasar	Cincin penyetel kenop diatur terlalu longgar: kencangkan cincin penyetel
8	Meja preaprat tidak dapat diturunkan	Posisi konsensor terlalu kebawah: naikkan kondensor
9	Lapang pandang kedua mata tidak tepat	a. Jarak antar pupil tidak diatur dengan tepat: atur dengan tepat agar sesuai dengan mata b. Perbedaan diopter kedua mata tidak seimbang: seimbangkan dengan benar c. Menggunakan lensa okuler yang berbeda pada sisi kanan dan kiri: gunakan lensa okuler yang berasal dari tipe mikroskop yang sama
10	Lensa objektif menyentuh preparat ketika diubah dari perbesaran yang lebih rendah ke perbesaran yang lebih tinggi	a. Preparat dipasang terbalik: atur preparat dengan benar dan tutup dengan <i>cover glass</i> b. <i>Cover glass</i> terlalu tebal: gunakan <i>cover glass</i> dengan ketebalan 0.17 mm
11	Lampu LED tidak menyala	c. Adaptor AC atau kabel daya dicabut: pasang dengan aman
12	Ketika mengganti perbesaran, focus tidak berubah secara signifikan	Diopter tidak cocok: sesuaikan diopter lensa mata dengan benar

DAFTAR PUSTAKA

- Boleng, D.T. 2015. Bakteriologi Konsep-Konsep Dasar. UMM Press, Malang. ISBN: 978-979-796-329-3
- Cappuccino, James G. and Chad W. 2018. Microbiology: A Laboratory Manual. 11th Ed. Pearson Education Cummings Publishing Company inc, England.
- Chen, Z., *et al.* 2021. Electron Ptychography Achieves Atomic-Resolution Limits Set by Lattice Vibrations. Science 372, 826.
- Home Science Tools. 2012. Profesional Laboratory Microscope.
<https://www.dynatech-int.com/id/artikel/ketahui-jenis-mikroskop-untuk-penelitian>
https://www.va.gov/DIAGNOSTICEM/What_Is_Electron_Microscopy_and_How_Does_It_Work.asp
- Louk, A.C., G.B. Suparta, Hadi, I.S. 2017. Pemutakhiran Mikroskop Cahaya Monokuler Menjadi Mikroskop Digital untuk Pembelajaran Siswa SMA/Sederajat. Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya 2(2),101-104.
- Petunjuk Manual Mikroskop Olympus CX23.
- Ramadhani, S.P. 2020. Pengelolaan Laboratorium (Panduan Mengajar dan Inovator Pendidikan). Yiesa Rich Foundation, Depok.

HEMOSITOMETER

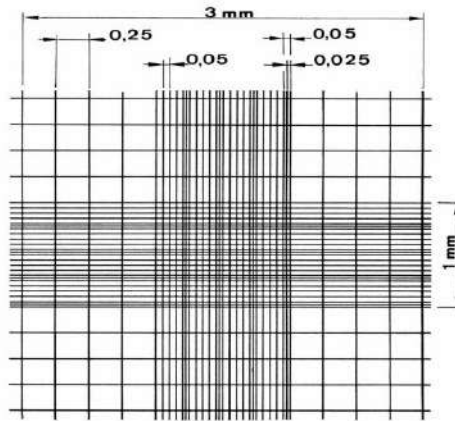
Oleh:

Maulin Inggraini

A. Prinsip

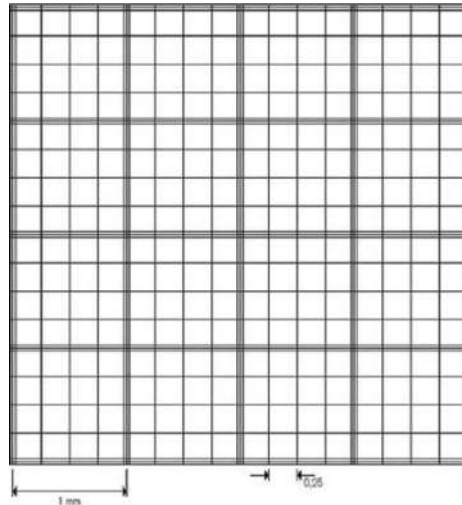
Penemu hemositometer adalah Louis-Charles Malassez, seorang ilmuwan anatomi asal Perancis. Hemositometer berasal dari kata Hemo yaitu darah, Sito berarti sel dan Meter merupakan satuan ukuran. Hemositometer atau bilik hitung merupakan alat yang digunakan untuk menghitung jumlah sel. Sampel yang akan dihitung jumlah sel nya berupa cairan yang sudah dilakukan pengenceran, kemudian di teteskan di bilik hitung. Cairan sampel tersebut akan menyebar memenuhi ruangan karena adanya gaya kapiler.

Hemositometer / bilik hitung terdiri dari berbagai macam, diantaranya Neubauer, Fuchs-Roshenthal dan Improved Neubauer. Bilik hitung Neubauer memiliki 9 kotak besar yang masing-masing memiliki luas 1 mm^2 . Setiap kotak besar dibagi lagi menjadi 16 kotak sedang dengan ukuran $0,25 \times 0,25 \text{ mm}$. Kotak sedang yang di tengah dibagi lagi menjadi 16 kotak kecil, dengan ukuran $0,05 \times 0,05 \text{ mm}$. Bilik hitung Neubauer memiliki ketinggian $0,1 \text{ mm}$.



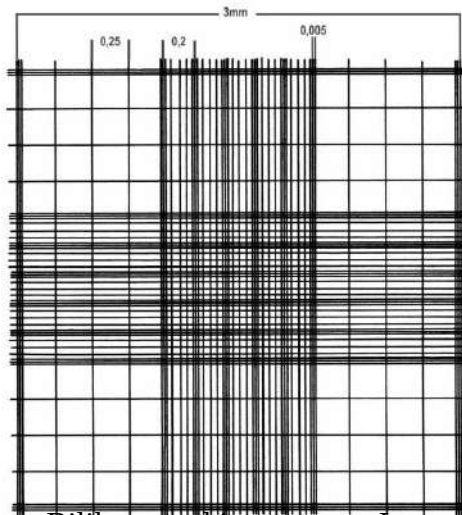
Gambar 1. Bilik hitung Neubauer (Sumber: <https://www.assistent.eu/en/product/counting-chambers-neubauer/>)

Bilik hitung Fuchs-Roshenthal memiliki luas keseluruhan 16 mm^2 dengan ketinggian $0,2 \text{ mm}$. Bilik hitung ini memiliki 16 kotak besar dengan ukuran masing-masing 1 mm^2 . Kotak besar tersebut dibagi lagi menjadi 16 kotak sedang dengan ukuran $0,25 \times 0,25 \text{ mm}$.



Gambar 2. Bilik hitung Fuchs-Rosenthal (Sumber: <https://www.fishersci.se/shop/products/fuchs-rosenthal-counting-chamber/10517872>)

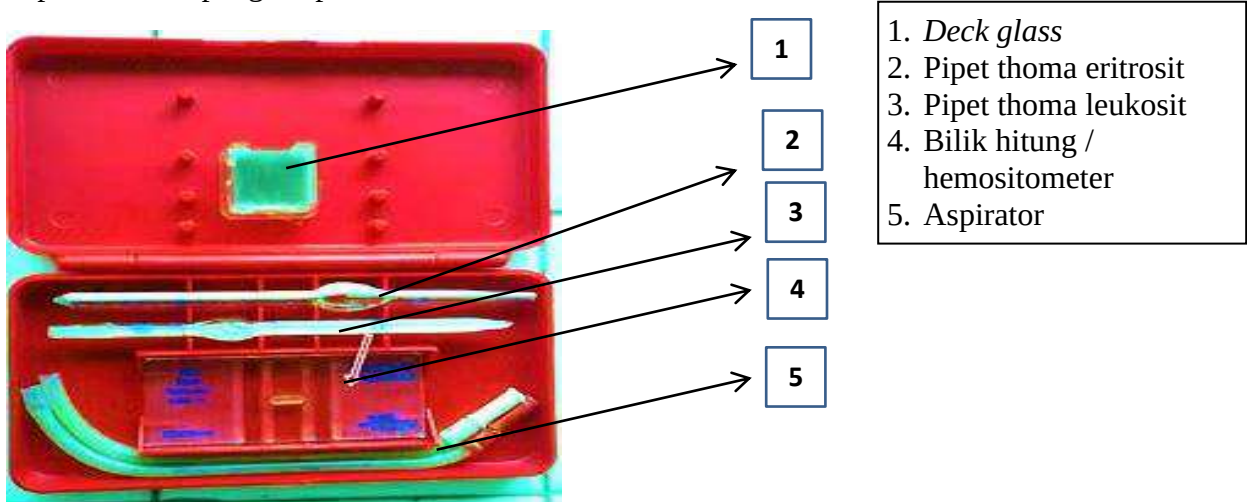
Bilik hitung Improved Neubauer merupakan bilik hitung yang paling umum digunakan untuk menghitung sel. Bilik hitung ini memiliki luas total 9 mm^2 , dengan ketinggian $0,1 \text{ mm}$. Bilik Improved Neubauer terbagi menjadi 9 kotak besar yang memiliki luas masing-masing 1 mm^2 . Kotak besar di tengah dibagi menjadi 25 kotak sedang dengan ukuran $0,2 \times 0,2 \text{ mm}$. Kotak sedang tersebut dibagi lagi menjadi 16 kotak kecil dengan ukuran $0,05 \times 0,05 \text{ mm}$. Delapan kotak besar lainnya ada yang terbagi menjadi 16 dan 20 kotak sedang.



Gambar 3. Bilik hitung Improved Neubauer (Sumber: <https://www.assistent.eu/en/product/counting-chambers-improved-neubauer/>)

B. Bagian dan Fungsi

Hemositometer merupakan satu set alat yang terdiri dari bilik hitung (*chamber*) / hemositometer, pipet thoma leukosit, pipet thoma eritrosit, kaca penutup (*deck / cover glass*), aspirator / alat penghisap.



Gambar 4. Satu set alat hemositometer

1. *Deck glass*

Deck glass / kaca penutup diletakkan di atas bilik hitung, berfungsi untuk menutup objek sebelum dilihat di bawah mikroskop.

2. Pipet thoma eritrosit

Pipet thoma yang digunakan untuk sampel eritrosit dan trombosit. Pipet ini memiliki garis skala 0,5 ; 1,0 ; dan 101. Bagian tengah pipet terdapat bulir kaca yang berwarna merah, berfungsi untuk menghomogenkan sampel dan larutan pengencer. Larutan pengencer yang digunakan untuk sampel **eritrosit** adalah **formal sitrat, hayem dan gower**. Sedangkan larutan pengencer untuk **trombosit** adalah **ammonium oksalat 1% dan rees ecker**.



Gambar 5. Pipet thoma eritrosit

Pengenceran sampel eritrosit / trombosit dengan menggunakan pipet thoma eritrosit dapat dilakukan 100 kali dan 200 kali. Adapun caranya adalah sebagai berikut:

- a. Pengenceran 100 kali, darah dihisap menggunakan pipet thoma eritrosit sampai skala 1,0, kemudian dilanjutkan dengan larutan pengencer sampai skala 101. tutup kedua ujung pipet thoma dengan menggunakan ibu jari dan telunjuk, kemudian goyangkan perlahan selama 3 menit.
- b. Pengenceran 200 kali, darah dihisap sampai skala 0,5, kemudian lanjutkan dengan larutan pengencer sampai skala 101 dan homogenkan

3. Pipet thoma leukosit

Pipet yang digunakan untuk sampel leukosit. Pipet ini memiliki bulir kaca berwarna putih dengan garis skala 0,5 ; 1,0 ; dan 11. Larutan pengencer yang digunakan adalah **Turk**.



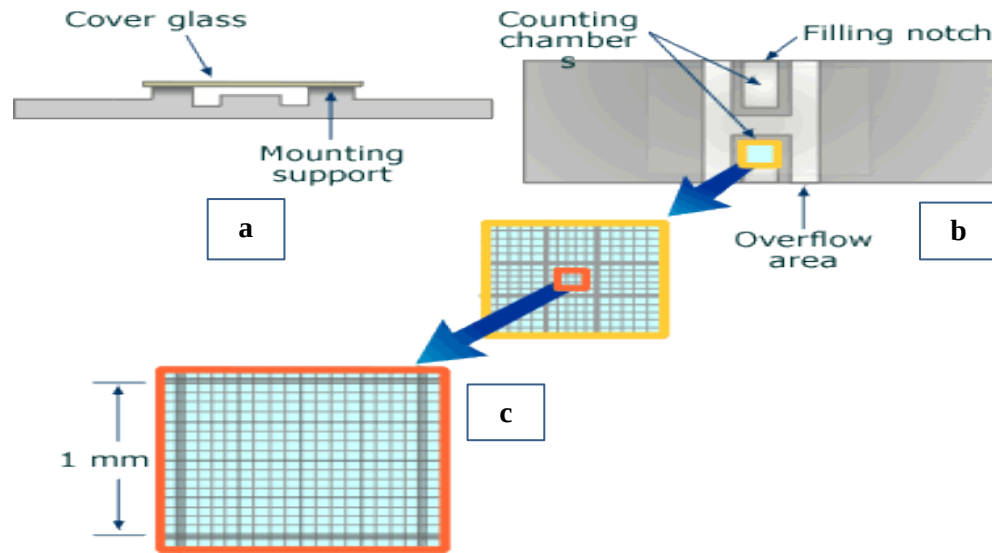
Gambar 6. Pipet thoma leukosit

Pipet thoma leukosit mampu mengencerkan 10 kali dan 20 kali. Adapun caranya adalah sebagai berikut:

- a. Pengenceran 10 kali, dengan cara darah dihisap menggunakan pipet thoma leukosit sampai skala 1,0, kemudian dilanjutkan dengan larutan pengencer sampai skala 11. Homogenkan dengan cara tutup kedua ujung pipet thoma dengan menggunakan ibu jari dan telunjuk, kemudian goyangkan perlahan selama 3 menit.
- b. Pengenceran 20 kali, darah dihisap sampai skala 0,5, kemudian lanjutkan dengan menghisap larutan pengencer sampai skala 11 dan homogenkan.

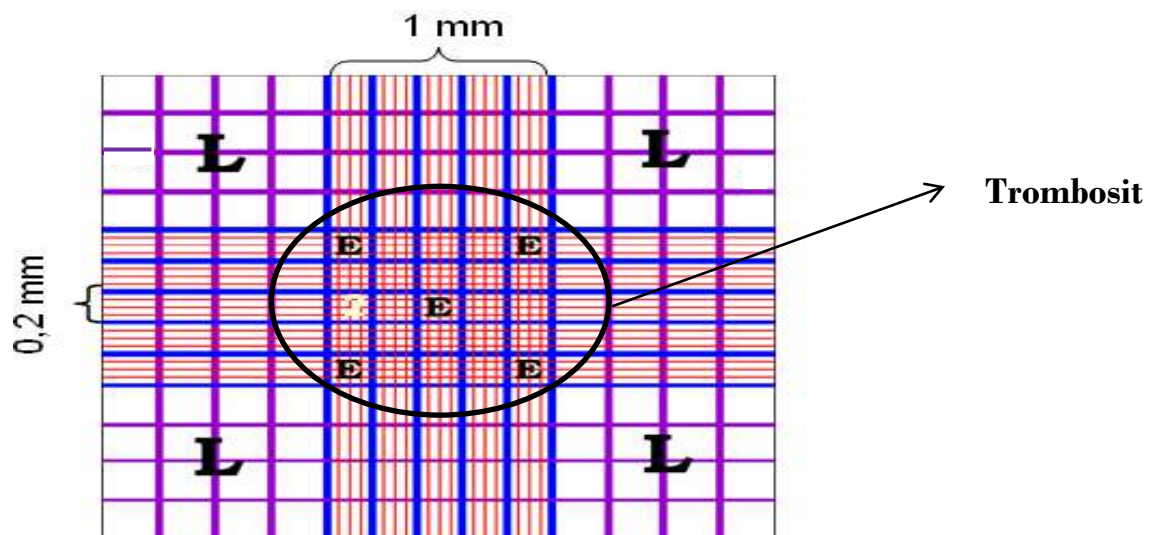
4. Bilik hitung / Hemositometer

Bilik hitung / hemositometer merupakan suatu ruangan yang digunakan untuk menghitung jumlah sel. Sel yang biasa dihitung menggunakan hemositometer adalah sel darah, sel sperma, sel bakteri dan lain sebagainya.



Gambar 7. Hemositometer (a) tampak samping, (b) tampak atas, (c) perbesaran bilik hitung

Hemositometer *Improved Neubauer* memiliki 9 kotak besar, pada kotak besar di tengah terbagi lagi menjadi 25 kotak sedang, dan setiap kotak sedang tersebut dibagi lagi menjadi 16 kotak kecil. Jenis dan jumlah kotak yang dihitung berbeda setiap sampel. Perhitungan leukosit menggunakan 4 kotak besar, eritrosit dan sel bakteri menggunakan 5 kotak sedang yang berada di kotak besar yang di tengah, sedangkan trombosit menggunakan 1 kotak besar di tengah.



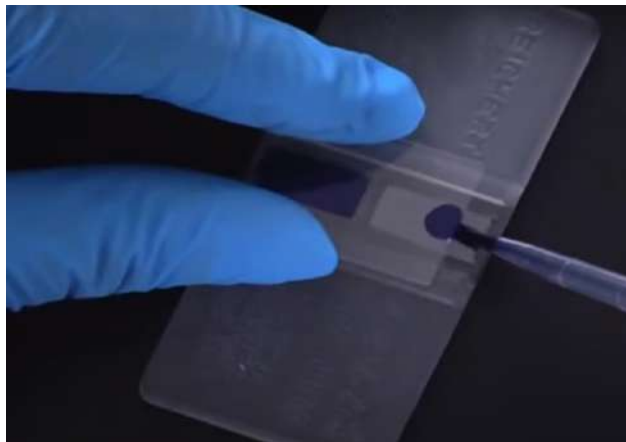
Gambar 8. Bilik hitung Improved Neubauer

5. Aspirator

Aspirator merupakan alat untuk menghisap sampel beserta cairan pengencernya. Aspirator berbentuk seperti selang dan terbuat dari bahan yang elastis. Salah satu ujung aspirator disambungkan ke pippet thoma, ujungnya yang lain disambung dengan spuit atau bulb.

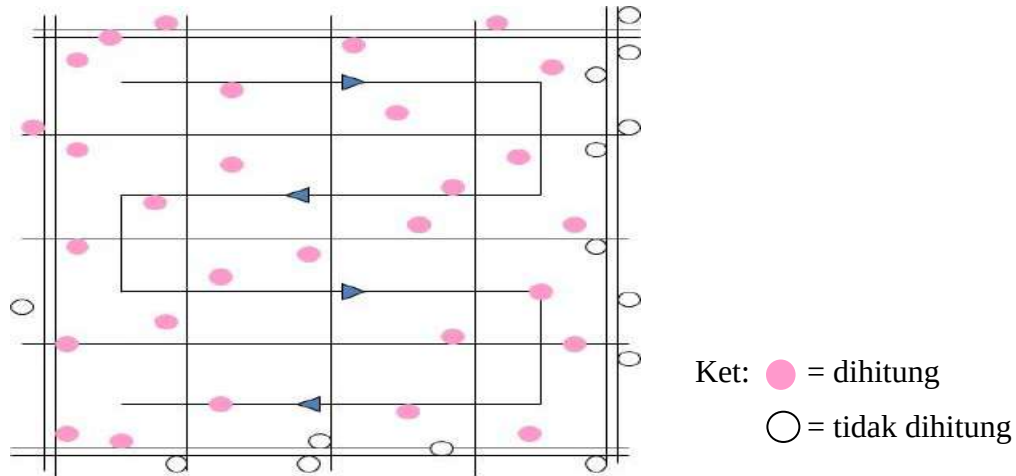
C. Prosedur Penggunaan

1. Siapkan hemositometer yang bersih dan kering, letakkan *deck glass* di atas hemositometer
2. Teteskan sample yang sudah diencerkan ke dalam hemositometer, pastikan bilik hitungnya terisi



Gambar 9. Memasukkan sampel ke bilik hitung

3. Bilik hitung yang sudah terisi, didiamkan sekitar 2 - 3 menit agar sel mengendap. Apabila perhitungan ditunda, maka bilik hitung dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi kapas basah
4. Hemositometer diletakkan di atas mikroskop, gunakan perbesaran lensa objektif 10x atau 40x
5. Hitung sel mulai dari pojok kiri lalu ke kanan, kemudian ke bawah terus ke kiri, seperti pada Gambar 5.
6. Sel terkadang menyinggung garis batas suatu bidang, Perhitungannya harus dilakukan dengan konsisten. Sel yang menyinggung garis batas atas atau garis batas kiri harus dihitung, sebaliknya sel yang menyinggung garis batas kanan atau bawah tidak boleh dihitung



Gambar 10. Cara menghitung sel pada bilik hitung

7. Hitung dengan rumus:

a. Eritrosit

- 1) Pengenceran yang biasanya digunakan untuk menghitung eritrosit adalah 200 kali
- 2) Penghitungan eritrosit menggunakan perbesaran mikroskop lensa objektif 10x atau 40x
- 3) Hitung semua eritrosit pada 5 kotak sedang yang berada di kotak besar yang di tengah
- 4) Masing-masing kotak sedang memiliki luas $0,04 \text{ mm}^2$, dengan tinggi $0,1 \text{ mm}$, sehingga volume setiap kotak sedang adalah $0,004 \text{ mm}^3$. Sedangkan yang dihitung adalah 5 kotak sedang, sehingga volume total adalah $5 \times 0,004 \text{ mm}^3 = 0,02 \text{ mm}^3$.
- 5) Rumus penghitungan eritrosit:

$$\text{Jumlah eritrosit yang dihitung} = \frac{\text{jumlah eritrosit} \times \text{faktor pengenceran}}{\text{volume yang dihitung } (\mu\text{l})}$$

Apabila jumlah eritrosit 5 kotak sedang adalah N, maka:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eritrosit yang dihitung} &= \frac{N \times 200}{0,02} \\ &= N \times 10.000 \end{aligned}$$

- 6) Nilai rujukan eritrosit adalah:

Bayi baru lahir : 4,8-7,2 juta sel/ μl

Anak	: 3,8-5,5 juta sel / μl
Pria dewasa	: 4,6-6,0 juta sel / μl
Wanita dewasa	: 4,0-5,0 juta sel / μl

b. Leukosit

- 1) Pengenceran yang biasanya digunakan untuk menghitung leukosit adalah 20 kali. Tetapi pada kondisi leukositosis tinggi, pengenceran dapat dibuat lebih tinggi dan pada kondisi leukopenia, pengenceran dibuat lebih rendah.
- 2) Penghitungan leukosit menggunakan perbesaran mikroskop lensa objektif 10x
- 3) Leukosit dihitung pada 4 kotak besar, minimal sel yang dihitung adalah 100 sel.
- 4) Masing-masing kotak besar memiliki luas 1 mm^2 , dengan tinggi $0,1 \text{ mm}$, sehingga volume setiap kotak besar adalah $0,1 \text{ mm}^3$. Sedangkan yang dihitung adalah 4 kotak besar, sehingga volume total adalah $4 \times 0,1 \text{ mm}^3 = 0,4 \text{ mm}^3$.
- 5) Rumus penghitungan leukosit:

$$\text{Jumlah leukosit yang dihitung} = \frac{\text{jumlah leukosit} \times \text{faktor pengenceran}}{\text{volume yang dihitung } (\mu\text{l})}$$

Apabila jumlah leukosit 4 kotak besar adalah N, maka:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah leukosit yang dihitung} &= \frac{N \times 20}{0,4} \\ &= N \times 50 \end{aligned}$$

- 6) Apabila didapatkan > 10 eritrosit berinti/100 leukosit dalam sediaan apus, maka lakukan hitung leukosit dikoreksi dengan rumus:

$$\text{Jumlah leukosit terkoreksi} = \frac{\text{jumlah leukosit belum terkoreksi}}{(\text{eritrosit berinti per 100 leukosit}) + 100} \times 100$$

Contoh: Apabila dalam satu sediaan apus darah terdapat eritrosit berinti sebanyak 20 sel/100 leukosit, jumlah leukosit 10.000/ μl , maka:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah leukosit terkoreksi} &= \frac{12.000}{20 + 100} \times 100 \\ &= 10.000 / \mu\text{l} \end{aligned}$$

- 7) Nilai rujukan leukosit adalah:

Bayi baru lahir	: 9.000-30.000 sel/ μl
Anak usia 2 tahun	: 6.000-17.000 sel / μl

Anak usia 10 tahun : 4.500-13.500 sel / μ l
Dewasa : 4.500-10.000 sel / μ l

c. Trombosit

- 1) Pengenceran yang biasanya digunakan untuk menghitung trombosit adalah 100 kali
- 2) Penghitungan trombosit menggunakan perbesaran mikroskop lensa objektif 10x
Hitung semua trombosit pada 1 kotak besar yang berada di tengah
- 3) Luas kotak besar adalah 1 mm², dengan tinggi 0,1 mm, sehingga volume kotak besar adalah 0,1 mm³
- 4) Rumus penghitungan trombosit:

$$\text{Jumlah trombosit yang dihitung} = \frac{\text{jumlah trombosit} \times \text{faktor pengenceran}}{\text{volume yang dihitung } (\mu\text{l})}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah trombosit yang dihitung} &= \frac{N \times 100}{0,1} \\ &= N \times 1.000\end{aligned}$$

- 8) Nilai rujukan trombosit adalah:

Prematur : 100.000-300.000 sel/ μ l
Bayi baru lahir : 150.000-300.000 sel / μ l
Bayi : 200.000-475.000 sel / μ l
Dewasa : 150.000-400.000 sel / μ l

D. Perawatan

1. Hemositometer dimasukkan kedalam larutan detergen (akuades + detergen), sambil beberapa kali digoyang-goyangkan.
2. Usap perlahan hemositometer dengan jari beberapa kali, sambil sekali-sekali dimasukkan dalam detergen.
3. Bilas dengan air mengalir, kemudian bilas dengan larutan akuades.
4. Keringkan dengan kertas tisu, dengan disentuhkan beberapa kali (jangan digosok-gosok).
5. Setelah kering taruh ditempatnya.

E. Troubleshooting

No	Permasalahan	Solusi
1	Jumlah sel yang dihitung tidak sama pada satu sampel yang ditetaskan	Lakukan penghitungan yang konsisten, sel yang menyinggung garis batas atas atau garis batas kiri harus dihitung, sebaliknya sel yang menyinggung garis batas kanan atau bawah tidak boleh dihitung
2	Bilik hitung yang terlihat tidak jelas	a. Bilik hitung kotor: Bersihkan bilik hitung dengan direndam dalam air detergen dan usap perlahan, kemudian bilas b. Bilik hitung tergores/garis memudar: bilik hitung harus diganti, karena akan mempengaruhi penghitungan
3	Sel tidak terlihat jelas	Pengenceran yang digunakan tidak sesuai. Eritrosit: formal sitrat, hayem dan gower Trombosit: ammonium oksalat 1% dan rees ecker Leukosit: Turk

DAFTAR PUSTAKA

Gandasoebrata R. 2013. Penuntun Laboratorium Klinis. Edisi 15. Dian Rakyat, Jakarta.

<https://www.assistent.eu/en/product/counting-chambers-neubauer/>

<https://www.fishersci.se/shop/products/fuchs-rosenthal-counting-chamber/10517872>

<https://www.assistent.eu/en/product/counting-chambers-improved-neubauer/>

Nugraha, G. 2017. Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar. Edisi 2. Trans Info Media, Jakarta

Wirawan, R. 2011. Pemeriksaan Laboratorium Hematologi. Badan Penerbit FKUI, Jakarta.

NERACA ANALITIK

Oleh:

Siti Nurfajriah

F. Prinsip

Kegiatan menimbang di dalam laboratorium menjadi hal yang harus dilakukan, karena setiap bahan yang dimasukkan harus dalam keadaan yang terukur. Alat penimbang di laboratorium harus memiliki sensitivitas yang tinggi, sehingga neraca analitik menjadi alat yang wajib ada di dalam laboratorium. Neraca analitik merupakan alat yang digunakan untuk menimbang atau mengukur massa suatu bahan atau zat dalam skala kecil. Neraca analitik memiliki pengukuran yang sangat sensitif karena rentang pengukurannya adalah sub miligram, yaitu berkisar 3 atau 5 angka dibelakang koma. Daya muat maksimum neraca analitik adalah 150 -250 gram dengan kepekaan 0,1 mg. Daya muat suatu neraca merupakan beban maksimum yang diizinkan untuk ditimbang, apabila bahan yang akan ditimbang melebihi daya muat maka akan terjadi penyimpangan atau kesalahan pengukuran.



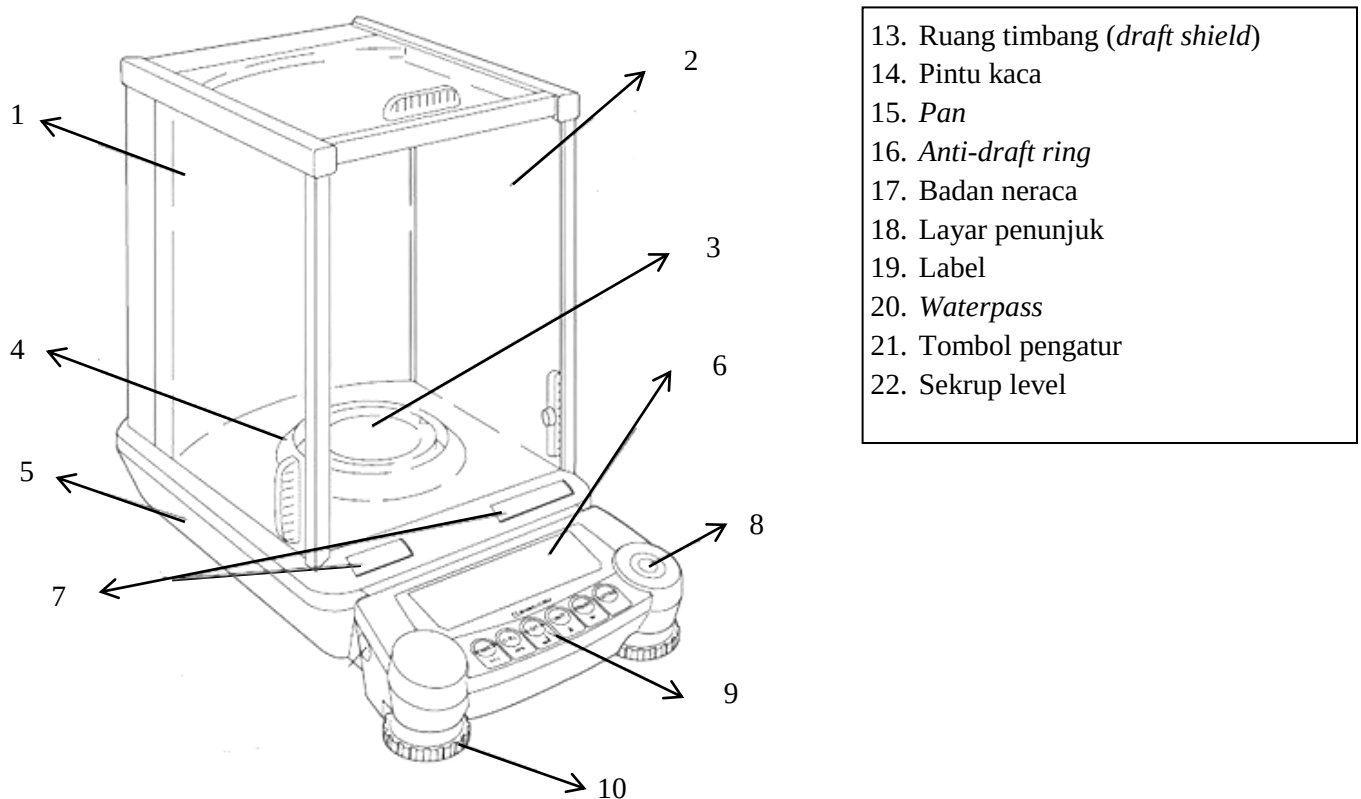
Gambar 1. Neraca Analitik (sumber <https://www.adamequipment.com/luna-analytical-balances>)

Neraca analitik dilengkapi dengan ruang penimbangan (*draft shield*) dan pintu kaca transparan pada neraca analitik harus dalam keadaan tertutup pada saat penimbangan, untuk menghindari adanya udara yang melewati daerah penimbangan agar tidak mempengaruhi

pengukuran. Hal ini dikarenakan neraca analitik memiliki sensitivitas yang sangat tinggi, sehingga dapat mendeteksi perubahan yang sangat halus, seperti aliran udara atau guncangan. Penempatan neraca analitik harus diperhatikan, agar tidak mempengaruhi hasil pengukuran.

Penempatan neraca analitik sebaiknya berada di ruangan khusus untuk meminimalisir adanya gangguan penimbangan. Hindari meletakkan neraca analitik di dekat pintu, jendela dan mengenai aliran udara dari AC. Neraca analitik tidak boleh terkena sinar matahari langsung. penempatan neraca analitik tidak berdekatan dengan bahan yang mudah terbakar, korosif dan memiliki aliran elektromagnetik. Suhu penyimpanan neraca analitik tidak boleh terlalu ekstrim panas atau dingin. Neraca analitik harus diletakkan pada bidang yang datar, kokoh dan minim getaran. Tidak membuka atau menutup pintu ruangan laboratorium ketika sedang melakukan penimbangan.

G. Bagian dan Fungsi



Gambar 2. Bagian-bagian neraca analitik

13. Ruang timbang (*draft shield*)

Ruangan tempat melakukan penimbangan yang tertutup dengan bahan transparan. Berfungsi untuk untuk mengeliminasi adanya aliran udara yang masuk pada saat penimbangan.

14. Pintu kaca

Terdiri dari 3 buah yaitu sisi kanan, sisi kiri dan atas. Salah satu pintu dibuka ketika akan memasukkan bahan yang akan ditimbang. Pintu harus dalam keadaan tertutup ketika akan membaca hasil timbangan.

15. *Pan*

Tempat meletakkan bahan yang akan ditimbang. Sebelum meletakkan bahan yang akan ditimbang, letakkan terlebih dahulu bejana timbang (wadah) dapat berupa kaca arloji atau aluminium foil.

16. *Anti-draft ring*

Mengurangi adanya pengaruh pada pengukuran dari udara

17. Badan neraca

Bagian dasar neraca, sebagai penopang

18. Layar penunjuk

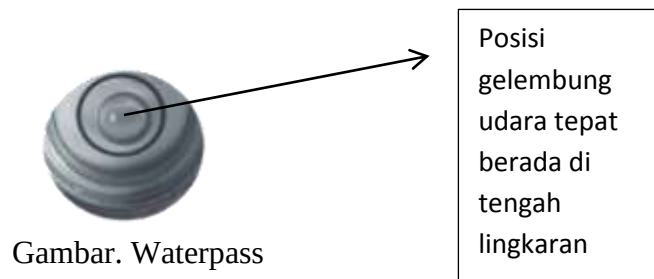
Layar penunjuk informasi, seperti hasil, eror dan informasi dari pengaturan fungsi

19. Label

Menunjukkan nama tipe neraca dan informasi pengukuran. Terdapat keterangan maksimal dan minimal pengukuran. Tidak diperkenankan menimbang bahan melebihi daya muat

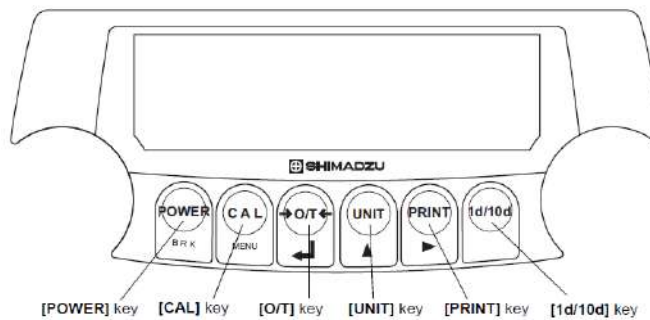
20. *Waterpass*

Digunakan untuk mengetahui apakah posisi neraca sudah berada pada posisi yang datar dan stabil. Posisi *waterpass* tepat berada ditengah menandakan neraca sudah dalam posisi datar dan stabil



21. Tombol pengatur

Terdapat beberapa tombol untuk mengatur fungsi dan kalibrasi



Gambar 3. Tombol pengatur neraca analitik

a. Power

Tombol untuk mematikan dan menghidupkan neraca analitik

b. CAL

Tombol untuk mengkalibrasi

c. O/T (*Re-Zero* atau *tare*)

Tombol untuk mengatur neraca pada posisi netral atau 0 pada berat bahan/objek

d. Units

Tombol untuk mengubah unit pengukuran

e. Print

Tombol untuk mencetak hasil pengukuran

f. 1d/10d

Tombol untuk mengatur rentang penimbangan

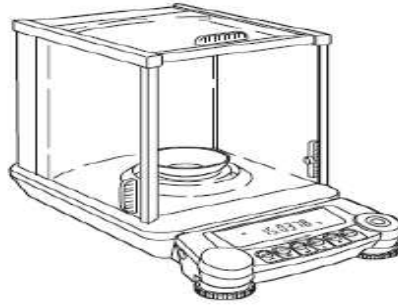
22. Sekrup level

Sekrup untuk menyesuaikan dengan pemasangan level pada timbangan

H. Prosedur penggunaan

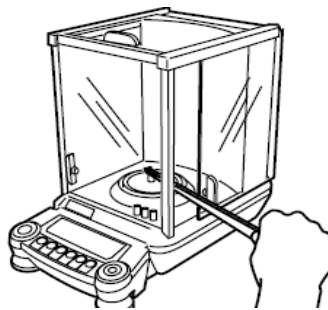
Prosedur penggunaan neraca analitik harus sesuai dengan petunjuk manual yang terdapat pada serangkaian neraca analitik yang digunakan. Prosedur penggunaan neraca analitik adalah sebagai berikut:

13. Buka salah satu pintu neraca dan letakkan wadah penimbangan di atas *pan*, kemudian tutup kembali.



Gambar 4. Peletakkan wadah penimbangan

14. Tunggu sampai layar menunjukkan angka yang stabil, kemudian tekan tombol **O/T**. Layar akan menampilkan tanda (➡) menandakan keadaan sudah stabil, lalu layar akan menampilkan angka 0.
15. Buka sedikit salah satu pintu neraca, letakkan bahan yang akan ditimbang di atas wadah, tutup kembali pintu



Gambar 4. Cara memasukkan bahan yang akan ditimbang

16. Setelah angka pada layar stabil, berat bahan sudah dapat dibaca

I. Perawatan

Objek atau bahan yang ditimbang apabila tercecer di ruang neraca (*draft shield*) akan mengakibatkan karat pada neraca. Perawatan dan kebersihan neraca analitik sangat penting karena dapat mempengaruhi umur pemakaian dan hasil pembacaan, sehingga perawatan harus dilakukan setiap kali setelah habis dipakai. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan dan pemeliharaan neraca analitik:

10. Neraca analitik harus dalam keadaan bersih, sebelum dan sesudah menimbang bahan. Ruang penimbangan neraca (*draft shield*) dibersihkan menggunakan kuas halus atau tisu. Piringan timbangan (*Pan*) dapat diangkat dan dibersihkan dengan menggunakan cairan pembersih, seperti air atau alkohol.



Gambar. Membersihkan neraca analitik dengan kuas (Sumber: <https://blogkimia.com/cara-merawat-alat-laboratorium/>)

11. Waterpass harus di cek sebelum dan sesudah digunakan. Pastikan posisi waterpass tepat berada di tengah
12. Neraca analitik harus ditempatkan pada meja yang datar dan kokoh minim guncangan
13. Ketika akan menimbang, hindari adanya pergerakan angin agar tidak mengganggu penimbangan
14. Gunakan sarung tangan ketika akan menimbang
15. Neraca analitik harus dinyalakan dahulu 20 menit sebelum digunakan
16. Gunakan wadah yang sesuai untuk bahan yang akan ditimbang
17. Berat bahan yang akan ditimbang tidak melebihi daya muat neraca
18. Bahan yang berbeda harus menggunakan wadah yang berbeda
19. Tutup pintu neraca ketika proses pembacaan hasil
20. Bahan yang ditimbang harus berada pada kisaran suhu ruang

J. Troubleshooting

Pada penggunaannya, terkadang kinerja neraca analitik tidak berjalan sebagaimana seharusnya. Apabila ada masalah yang terjadi, dapat melakukan beberapa hal di bawah ini:

No	Permasalahan	Solusi
1	Angka pada layar terus bergerak pada saat melakukan penimbangan	Ada getaran atau aliran udara pada neraca: atur kembali neraca pada posisi yang datar, tanpa getaran dan terlindung dari aliran udara
2	Pengulangan pengukuran selalu memberikan hasil yang tidak sama secara signifikan	Bahan yang ditimbang mudah menguap: Lakukan penimbangan dengan menutup seluruh pintu neraca
3	Angka pada layar tidak sesuai	a. Belum dilakukan kalibrasi: lakukan kalibrasi b. Tidak menekan tombol re-zero (tare) hingga angka 0 sebelum menimbang: tekan [O/T] untuk mengubah tampilan menjadi 0 sebelum menimbang bahan

4	“CAL” selalu muncul pada layar	a. Suhu bahan yang ditimbang berbeda dengan suhu pada ruang neraca: diamkan suhu sampai sesuai dengan suhu neraca b. Ada aliran udara masuk ke dalam ruang neraca: buka pintu neraca sekitar 1-2 cm, kemudian tutup kembali apabila akan digunakan c. Efek dari elektromagnetik: jauhkan sumber magnet dari neraca
5	“oL” atau “-oL” muncul pada layar	Beban pada pan terlalu besar: bahan yang ditimbang harus dikurangi, agar tidak melebihi daya muat
6	Tidak dapat mengirim atau menerima data dari atau ke komputer	Ada kesalahan dalam pengaturan. Pengaturan di setting ulang

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, C and Vicki B. 2007. Laboratory Skills Training Handbook. LGC. ISBN:978-0-948926-25-9.
- <https://www.adamequipment.com/luna-analytical-balances>. Diakses pada tanggal 21 April 2022.
- <https://blogkimia.com/cara-merawat-alat-laboratorium/>. Diakses pada tanggal 21 April 2022.
- Shimadzu Analytical Balance Instruction Manual. 2013.
- Sumarno, D dan Sukamto. 2021. Uji Kinerja Neraca Analitik di Laboratorium Kimia Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan (BRPSDI). Jurnal BTL. 19(1)1-5.
- Tirtasari, N.L. 2017. Uji Kalibrasi (Ketidakpastian Pengukuran) Neraca Analitik di Laboratorium Biologi FMIPA UNNES. Indoneian Journal of Chemical Science 6(2) 151-155.

Instrumentasi Volumetri, Massa, dan Pemanas

Buku ini berisi tentang pengetahuan prinsip kerja dan prosedur penggunaan alat – alat instrumentasi khususnya yang berhubungan dengan volume, massa, dan pemanas. Buku ini terdiri dari 6 bab yang membahas tentang alat pemanas, alat gelas, mikroskop, bilik hitung, dan neraca analitik. Dengan adanya buku ini diharapkan dapat lebih mudah memahami penggunaan instrumentasi di laboratorium kesehatan.



Maulin Inggraini, M.Si : Lulus S1 di Fakultas Biologi dan S2 Biologi DI Universitas Jenderal Soedirman. Saat ini aktif mengajar di Prodi Teknologi Laboratorium Medis, STIKes Mitra Keluarga.



Siti Nurfajriah, M.Si : Lulus S1 di Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia dan S2 di Jurusan Kimia Institut Teknologi Bandung. Saat ini aktif mengajar di Prodi Teknologi Laboratorium Medis, STIKes Mitra Keluarga.



Link untuk membeli
buku digital



ISBN: 978-602-5990-93-9

