



**unisa**  
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

# Modul Praktikum

# Fisika dan Biokimia Anestesi



**Prodi Keperawatan Anestesiologi Program Sarjana Terapan  
Fakultas Ilmu Kesehatan  
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta  
2022**



# MODUL PRAKTIKUM FISIKA DAN BOKIMIA ANESTESI

---

Semester GENAP TA 2021/2022

## PENYUSUN

Niken Anggraini Sri Saputri, S.Tr.Kep

NAMA : .....

NO TELP : .....

**PROGRAM STUDI KEPERAWATAN ANESTESIOLOGI  
PROGRAM SARJANA TERAPAN  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS 'ASIIYAH  
YOGYAKARTA  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

### Identitas Modul

Judul Modul : Modul Praktikum Fisika dan Biokimia Anestesi  
Nama Mata Kuliah : Fisika dan Biokimia Anestesi  
Nomor Kode MK/Sks : KAN 1005/ 2 Sks (1 Sks Teori, 1 Sks Praktikum)  
Bidang Ilmu : Keperawatan Anestesiologi  
Status Mata Kuliah : Wajib/~~Peminatan~~

### Dosen Penyusun Modul

1. Nama : Niken Anggraini Sri Saputri, S.Tr.Kep  
NIP : 9803102009563  
Pangkat/ Golongan : - / IIIA  
Jabatan Fungsional Akademik : -  
Fakultas/ Program Studi : Ilmu Kesehatan/ Keperawatan Anestesiologi Program Sarjana Terapan  
Universitas : Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Yogyakarta, 14 Rajab 1443H  
15 Februari 2022

Mengetahui,

Ketua Prodi Keperawatan Anestesiologi  
Program Sarjana Terapan

Penanggung-Jawab Mata Kuliah



dr. Joko Murdiyanto, Sp.An., MPH



Niken Anggraini Sri Saputri, S.Tr.Kep

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>BAB I VISI MISI DAN TUJUAN</b> .....	1
<b>BAB II TINJAUAN MATA KULIAH</b>	
A. Deskripsi Mata Kuliah .....	2
B. Kegunaan Mata Kuliah .....	2
C. Capaian Pembelajaran .....	2
D. Bahan Kajian .....	2
E. Sasaran Belajar .....	3
F. Petunjuk Belajar .....	3
<b>BAB III PENDAHULUAN</b>	
A. Sasaran Pembelajaran yang Ingin Dicapai .....	4
B. Ruang Lingkup .....	4
C. Manfaat .....	4
D. Uraian Pembahasan .....	4
E. Petunjuk Khusus .....	5
<b>BAB IV MATERI PERMBELAJARAN</b>	
A. Pemeriksaan Mekanika Paru (Spirometri) .....	7
B. Penerapan Ilmu Biokimia dalam Bidang Anestesiologi .....	12
C. Penerapan Ilmu Fisika dalam Bidang Anestesiologi .....	16
D. Unsur Senyawa Obat-Obatan Anestesi Umum dan Regional .....	23
E. Pengenalan Analisa Gas Darah (AGD) .....	31
F. Penerapan Biolistrik pada Elektrokardiogram (EKG) .....	38
G. Penerapan Bioptik pada Pemeriksaan Visus Mata .....	47
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	50
<b>LAMPIRAN</b>	
Lampiran 1. Lembar Kerja/Worksheet	
Lampiran 2. Format Laporan Makalah	

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrahim*

*As-salaamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh*  
Alhamdulillahirobbil'alamin.

Puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena hanya berkat nikmat dan inayah-Nya modul praktikum fisika dan biokimia anestesi untuk semester II ini berhasil tersusun. Tujuan penyusunan modul ini adalah untuk memudahkan mahasiswa dalam mempelajari penerapan fisika dan biokimia anestesi, sebagai dasar untuk mempelajari ilmu-ilmu di bidang keperawatan anesthesiologi. Buku praktikum ini diberikan pada mahasiswa Program Studi Keperawatan Anesthesiologi Program Sarjana Terapan semester II.

Penyusunan modul praktikum ini dapat diselesaikan dengan baik atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Warsiti, S.Kep.,M.Kep.,Sp.Mat., selaku Rektor Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.
2. Moh. Ali Imron, M.Fis., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.
3. dr. Joko Murdiyanto, Sp.An., MPH., selaku Ketua Program Studi Keperawatan Anesthesiologi Program Sarjana Terapan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa modul ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diperlukan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan penyusunan yang akan datang.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh*

Yogyakarta, 14 Rajab 1443H  
15 Februari 2022

Penulis

**BAB I**  
**VISI MISI DAN TUJUAN**  
**PRODI KEPERAWATAN ANESTESIOLOGI PROGRAM SARJANA TERAPAN**  
**FAKULTAS ILMU KESEHATAN**  
**UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTA**

**A. VISI**

Menjadi Program Studi Keperawatan Anestesiologi Program Sarjana Terapan, pilihan dan unggul dalam penerapan kesehatan bencana berdasarkan nilai-nilai Islam Berkemajuan di tingkat Nasional pada tahun 2035.

**B. MISI**

1. Menyelenggarakan pendidikan, penelitian, pengabdian kepada masyarakat dalam bidang Keperawatan Anestesiologi dengan keunggulan kesehatan bencana berdasarkan nilai-nilai Islam Berkemajuan.
2. Menyelenggarakan kajian dan pemberdayaan perempuan bidang Keperawatan Anestesiologi dalam kerangka Islam Berkemajuan.

**C. TUJUAN**

1. Menghasilkan lulusan berakhlak mulia, menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang keperawatan anestesi, unggul dalam penerapan kesehatan bencana, profesional, berjiwa entrepreneur, dan menjadi kekuatan penggerak (driving force) dalam memajukan kehidupan bangsa.
2. Menghasilkan karya-karya ilmiah di bidang Keperawatan Anestesiologi yang menjadi rujukan dalam pemecahan masalah.
3. Menghasilkan karya inovatif dan aplikatif di bidang keperawatan anestesiologi yang berkontribusi pada pemberdayaan dan pencerahan.
4. Menerapkan model berbasis praksis pemberdayaan perempuan berlandaskan nilai-nilai Islam Berkemajuan, khususnya di daerah mitra rentan bencana.
5. Menghasilkan pemikiran Islam Berkemajuan dan sebagai penguat moral spiritual dalam implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN MATA KULIAH**

#### **A. Deskripsi Mata Kuliah**

Fisika dan biokimia anestesi merupakan mata kuliah yang berfokus pada pemahaman tentang prinsip-prinsip gejala fisik dan kimia yang berhubungan dengan manusia dan lingkungan. Mahasiswa juga belajar tentang ilmu biomedik dasar meliputi prinsip dasar biomekanika, biokimia, biolistrik, biooptik, bioakustika, termofisika, penerapan dan prinsip fisika serta kimia dalam bidang keperawatan anestesiologi. Mata kuliah ini sebagai salah satu ilmu yang terintegrasi dengan ilmu lainnya dalam bidang keperawatan anestesiologi.

#### **B. Kegunaan Mata Kuliah**

Mampu memberikan pemahaman dan penguasaan kepada mahasiswa prodi Keperawatan Anestesiologi Program Sarjana Terapan ilmu biomedik dasar meliputi prinsip dasar biomekanika, biokimia, biolistrik, biooptik, bioakustika, termofisika, penerapan dan prinsip fisika serta kimia dalam bidang keperawatan anestesiologi. Mata kuliah ini sebagai salah satu ilmu yang terintegrasi dengan ilmu lainnya dalam bidang keperawatan anestesiologi.

#### **C. Capaian Pembelajaran**

##### **1. Sikap**

- a. Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral dan etika;
- b. Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa;
- c. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik.

##### **2. Pengetahuan**

Menguasai konsep teoritis dasar yang mendasari ilmu keperawatan anestesi meliputi: anatomi fisiologi, ilmu biomedik dasar, mikrobiologi, parasitologi, patologi, ilmu gizi, farmakologi, instrumen anestesi, patient safety dan keselamatan kerja, epidemiologi klinik serta pemenuhan kebutuhan dasar manusia.

##### **3. Ketrampilan Umum**

Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, inovatif, bermutu, dan terukur dalam melakukan pekerjaan yang spesifik di bidang kepenataan anestesi serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang keperawatan anestesi.

##### **4. Ketrampilan Khusus**

Mampu mengambil keputusan yang tepat berdasarkan analisis informasi dan data serta mampu memberikan petunjuk dalam memilih berbagai alternatif solusi kepenataan anestesi sesuai kewenangannya.

#### **D. Bahan Kajian**

1. Pemeriksaan Mekanika Paru (Spirometri)
2. Penerapan Ilmu Biokimia dalam Bidang Anestesiologi

3. Penerapan Ilmu Fisika dalam Bidang Anestesiologi
4. Unsur Senyawa Obat-Obatan Anestesi Umum dan Regional
5. Pengenalan Analisa Gas Darah (AGD)
6. Penerapan Biolistrik pada Elektrokardiogram (EKG)
7. Penerapan Bioptik pada Pemeriksaan Visus Mata

#### **D. Sasaran Belajar**

1. Mahasiswa mampu menguasai konsep dasar fisika dan biokimia dasar;
2. Mahasiswa mampu menerapkan dan mengaplikasikan konsep dasar fisika dan biokimia di dalam ilmu keperawatan anestesiologi;
3. Mahasiswa mampu menguasai konsep asam basa dan buffer;
4. Mahasiswa mampu menguasai dan mengaplikasikan prinsip dasar bioakustika, termofisika, biolistrik dan biooptik;

#### **E. Petunjuk Belajar**

Ada beberapa cara yang dapat dimanfaatkan agar dapat mempelajari modul ini secara efektif, antara lain:

1. Bacalah setiap petunjuk yang terdapat dalam modul ini dengan baik, agar tidak terjadi kesalahan persepsi terhadap isi modul.
2. Pahami setiap indikator keberhasilan yang ingin dicapai sebelum membaca isi materi.
3. Bacalah isi setiap materi modul dengan teliti.
4. Pahami isi setiap materi pokok dengan baik.
5. Kerjakan setiap soal latihan dengan jawaban singkat dan benar.
6. Baca dan pahami setiap rangkuman yang diberikan pada akhir materi pokok.
7. Kerjakan soal-soal evaluasi di akhir materi pokok dengan memilih jawaban yang tepat dengan cermat dan teliti.
8. Ulangi membaca jika masih ada kesulitan dalam menjawab dan mengerjakan soal evaluasi.

## **BAB III**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Sasaran Pembelajaran yang Ingin Dicapai**

1. Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar biomekanika di dalam penerapan ilmu keperawatan anesthesiologi;
2. Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar biokimia di dalam penerapan ilmu keperawatan anesthesiologi;
3. Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar fisika di dalam penerapan ilmu keperawatan anesthesiologi;
4. Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar kimia di dalam penerapan ilmu keperawatan anesthesiologi;
5. Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar asam basa dan buffer di dalam penerapan ilmu keperawatan anesthesiologi;
6. Mahasiswa mampu memahami, menjelaskan, dan mempresentasikan prinsip dasar bioakustika dan termofisika;
7. Mahasiswa mampu memahami, menjelaskan, dan mempresentasikan prinsip dasar biolistik dan biooptik.

#### **B. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup modul praktikum mata kuliah Fisika dan Biokimia Anestesi ini berisi tentang:

1. Konsep Dasar Biomekanika
2. Konsep Dasar Biokimia
3. Konsep Dasar Fisika
4. Konsep Dasar Kimia
5. Konsep Asam Basa dan Buffer
6. Prinsip Dasar Bioakustika dan Termofisika
7. Prinsip Dasar Biolistik dan Biooptik

#### **C. Manfaat**

1. Memberikan kepuasan bagi dosen pembimbing apabila mahasiswa mampu memahami pembelajaran secara baik.
2. Sebagai bahan ajar praktikum mata kuliah Asuhan Keperawatan Anestesi Kritis.
3. Sebagai bahan rujukan bagi mahasiswa.
4. Dapat memotivasi mahasiswa.
5. Sebagai latihan dan evaluasi mahasiswa.
6. Dapat membatasi materi sehingga mahasiswa lebih mudah untuk belajar.

#### **D. Urutan Pembahasan**

1. Pemeriksaan Mekanika Paru (Spirometri)
2. Penerapan Ilmu Biokimia dalam Bidang Anesthesiologi
3. Penerapan Ilmu Fisika dalam Bidang Anesthesiologi
4. Unsur Senyawa Obat-Obatan Anestesi Umum dan Regional

5. Pengenalan Analisa Gas Darah (AGD)
6. Penerapan Biolistrik pada Elektrokardiogram (EKG)
7. Penerapan Bioptik pada Pemeriksaan Visus Mata

## **E. Petunjuk Khusus**

### **1. Petunjuk bagi Dosen**

- a. Membantu mahasiswa dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing mahasiswa dalam memahami bahan kajian dan latihan mahasiswa.
- c. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok.

### **2. Petunjuk bagi Mahasiswa**

- a. Bacalah dan pahami materi yang ada pada setiap kegiatan belajar. Bila ada materi yang belum jelas, mahasiswa dapat bertanya kepada dosen pengampu.
- b. Kerjakan setiap tugas terhadap materi-materi yang dibahas dalam kegiatan belajar.
- c. Kerjakan latihan-latihan soal dan latihan tes formatif yang sudah tercantum dalam buku panduan praktikum di setiap materinya.
- d. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi ada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada dosen pengampu.

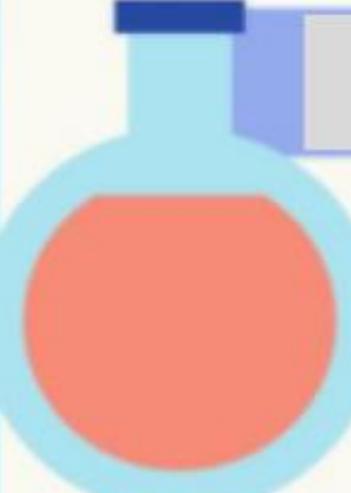
# Fisika dan Biokimia Anestesi



**Pemeriksaan Mekanika Paru**

**Penerapan Ilmu Biokimia dalam Bidang Anestesiologi**

**Penerapan Ilmu Fisika dalam Bidang Anestesiologi**



**Unsur Senyawa Obat-Obatan Anestesi Umum dan Lokal**

**Pengenalan Analisa Gas Darah (AGD)**



**Penerapan Biolistrik pada Elektrokardiogram (EKG)**



**Penerapan Bioptik pada Pemeriksaan Visus Mata**

## BAB IV

### MATERI PEMBELAJARAN

#### Materi Pembelajaran 1:

##### A. Judul Materi

Pemeriksaan Mekanika Paru (Spirometri).

##### B. Sub Capaian Pembelajaran

Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar biokimia di dalam penerapan ilmu keperawatan anestesiologi (C2, C3).

##### C. Materi Pengantar

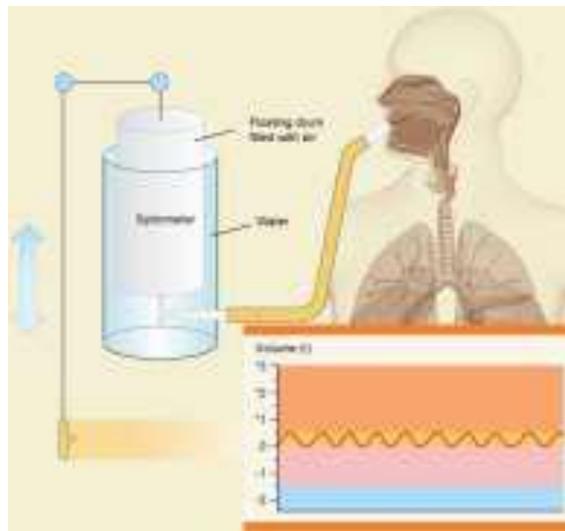
###### 1. Definisi

Biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek-aspek biomekanika dari gerakan-gerakan tubuh manusia. Biomekanika merupakan kombinasi antara keilmuan mekanika, antropometri dan dasar ilmu kedokteran (Biologi dan fisiologi). Menurut Frankel dan Nordin, biomekanika menggunakan konsep fisika dan teknik untuk menjelaskan gerakan pada berbagai macam bagian tubuh dan gaya yang bekerja pada bagian tubuh pada aktivitas sehari-hari. Menurut Caffin dan Anderson (1984), occupational biomechanics adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara dan peralatannya, lingkungan kerja dan lain-lain untuk meningkatkan performansi dan meminimisasi kemungkinan cedera. Biomekanika dan cara kerja adalah pengaturan sikap tubuh dalam bekerja. Ilmu Biomekanika membahas mengenai manusia dari segi kemampuan-kemampuannya seperti kekuatan, daya tahan, kecepatan dan ketelitian. Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh makhluk hidup (Malau N.D, 2019).

Penerapan dalam bidang kesehatan dalam praktik pemeriksaan mekanika paru (spirometri). Spirometri adalah cara untuk mengukur aliran udara yang masuk dan keluar paru-paru dengan menggunakan alat yang bernama spirometer dan dicatat menggunakan spirogram dalam grafik volum per waktu. Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui volume dan kapasitas paru. Proses respirasi merupakan proses yang penting bagi manusia untuk terus bertahan hidup. Pemeriksaan spirometri tidak hanya digunakan untuk menentukan diagnosis tetapi juga untuk menilai beratnya obstruksi, restriksi, dan efek dari pengobatan. Dasar respirasi adalah proses inspirasi dan ekspirasi, kedua proses tersebut saling bergantian dalam menjalankan tugasnya. Sistem respirasi ini melibatkan beberapa organ tubuh manusia seperti hidung, faring, laring, bronkus, bronkiolus hingga alveolus yang terdapat dalam paru-paru. Sistem respirasi juga menggunakan mekanisme kerja yang nantinya bisa dihitung oleh suatu

alat yang disebut spirometer. Alat spirometer ini berguna untuk memeriksa fungsi paru- paru. Alat inilah yang digunakan pada pemeriksaan spirometri (Surjadi, 2010).

Sejumlah spirometer elektronik yang murah dapat mengukur dengan tepat parameter-parameter tertentu seperti kapasitas vital, volume ekspirasi paksa dalam detik pertama ( $FEV_1$ ) dan *peak expiratory flow*. Spirometer tidak dapat membuat diagnosis spesifik namun dapat menentukan adanya gangguan obstruktif dan restriktif serta dapat memberi perkiraan derajat kelainan (Amin M, 2013).



Gambar. Pemeriksaan Mekanika Paru (Spirometri)

## 2. Indikasi Pemeriksaan Spirometri

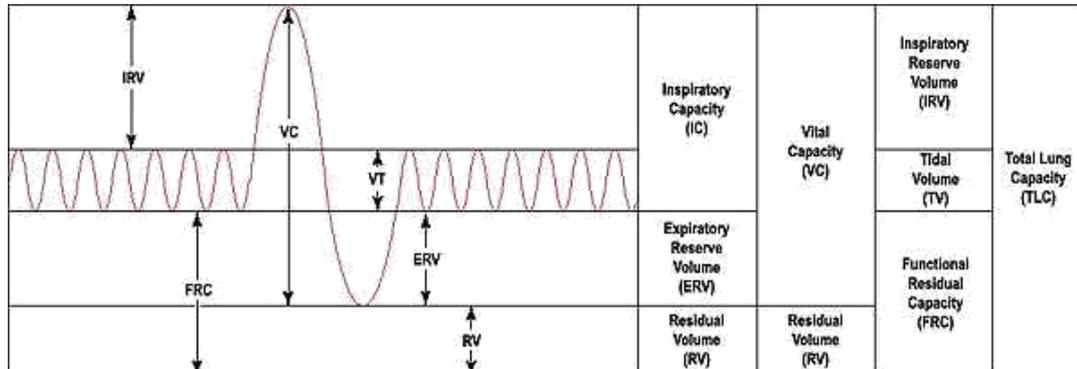
- Menilai status faal paru yaitu menentukan apakah seseorang mempunyai faal paru normal, hiperinflasi, obstruksi, restriksi atau bentuk campuran.
- Menilai manfaat pengobatan yaitu menentukan apakah suatu pengobatan memberikan perubahan terhadap nilai faal paru
- Evaluasi penyakit yaitu menilai laju perkembangan penyakit terdapat perbaikan atau perubahan nilai faal paru.
- Menentukan prognosis yaitu meramalkan kondisi penderita selanjutnya dengan melihat nilai faal paru yang ada.
- Menentukan toleransi tindakan bedah
- Menentukan apakah seseorang mempunyai risiko ringan, sedang atau berat pada tindakan bedah.
- Menentukan apakah dapat dilakukan tindakan reseksi paru.

## 3. Langkah Pemeriksaan Spirometri

- Siapkan alat spirometri.
- Nyalakan alat terlebih dahulu, masukan data pasien seperti umur, seks, TB, BB.
- Masukan *mouthpiece* yang ada dalam alat spirometri kedalam mulutnya dan tutup hidung dengan penjepit hidung.
- Suruh pasien bernapas terlebih dahulu dengan tenang sebelum pemeriksaan.
- Tekan tombol start, mulai dengan pernafasan tenang sampai timbul perintah untuk ekspirasi maksimal, maka data dan kurva akan keluar pada monitor.

- f. Kemudian lanjutkan dengan inspirasi dalam dan ekspirasi maksimal.
- g. Lalu lepaskan *mouthpiece* dan cetak hasil tersebut.

Hasil dari pemeriksaan spirometri dapat dilihat pada alat atau ventilator mekanik yang akan membentuk sebuah diagram, sebagai berikut.



Gambar. Hasil Pemeriksaan Spirometri

#### 4. Keterangan Volume dan Kapasitas Paru

- a. Tidal volume (TV)
 

Volume udara yang masuk atau keluar paru selama 1 kali bernafas. Nilai rata-rata pada keadaan istirahat = 500ml.
- b. Volume cadangan inspirasi (inspiratory reserved capacity atau VCI)
 

Volume tambahan yang dapat secara maksimal dihirup melebihi tidal volume istirahat. VCI dihasilkan oleh kontraksi maksimum diafragma, m.intercostae externa, dan otot inspirasi tambahan. Nilai rata-ratanya 3000 ml.
- c. Kapasitas inspirasi (KI)
 

Volume udara yang dapat dihirup seseorang mulai pada tingkat ekspirasi normal dan mengembangkan paru sampai volume maksimum.  $KI = TV + VCI$ . Nilai rata-ratanya 3500 ml.
- d. Volume cadangan ekspirasi (expiratory reserved capacity atau VCE)
 

Volume tambahan yang dapat secara aktif dikeluarkan melebihi udara yang dikeluarkan secara pasif pada akhir tidal volume. Nilai rata-ratanya 1100 ml.
- e. Kapasitas Residu Fungsional
 

Sama dengan volume cadangan ekspirasi + volume residu. Nilai rata-ratanya 2300 ml, dan merupakan besarnya udara yang tersisa dalam paru pada akhir ekspirasi normal.
- f. Kapasitas Vital
 

Sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume cadangan ekspirasi. Nilai rata-ratanya 4600 ml, dan merupakan jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimal dan kemudian mengeluarkannya sebanyak-banyaknya
- g. Volume residual (RV)
 

Volume udara yang tersisa di paru bahkan setelah ekspirasi maksimum. Nilai rata-ratanya 1200 ml.

#### D. Latihan

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, membandingkan dengan referensi lainnya, untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa silahkan melakukan pemeriksaan spirometry dengan menggunakan probandus orang terdekat.

#### E. Rangkuman

Ilmu Biomekanika membahas mengenai manusia dari segi kemampuan-kemampuannya seperti kekuatan, daya tahan, kecepatan dan ketelitian. Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi.

#### F. Tes Formatif

##### Petunjuk:

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Posisi dalam asuhan kepenataan anestesi yang merupakan posisi setengah duduk sehingga dapat memfasilitasi fungsi pernapasan disebut dengan posisi.....
  - a. Semi fowler
  - b. Sim
  - c. Trandelenburg
  - d. Dorsal recumbent
  - e. Litotomi
2. Kondisi psikologi seseorang dapat menurunkan kemampuan mekanika tubuh dan ambulasi yang baik merupakan faktor yang mempengaruhi mekanika tubuh dari sisi.....
  - a. Gaya hidup
  - b. Emosi
  - c. Situasi dan kebiasaan
  - d. Status kesehatan
  - e. Pengetahuan
3. Pada saat berjalan terdapat dua fase yaitu fase menahan berat dan fase mengayun yang akan menghasilkan gerakan yang berirama. Pernyataan tersebut merupakan definisi dari pergerakan dasar dalam mekanika tubuh.....
  - a. Pulling
  - b. Lifting
  - c. Pivoting
  - d. Ambulanting
  - e. Squating

#### G. Umpan Balik atau Tindak Lanjut

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang

ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

#### **H. Kunci Tes Formatif**

1. A. Semi fowler
2. B. Emosi
3. D. Ambulancing

#### **I. Daftar Pustaka**

Amin M. (2013). *Pemeriksaan dan Interpretasi Faal Paru*. Surabaya: PKB Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi.

Bakhtiar A & Renny I.E.T. (2017). Faal Paru Dinamis. *Jurnal Repirasi*. Vol.3; No. 3.

Malau N.D. (2019). *Modul Biofisika*. Universitas Kristen Indonesia.

The Aerosol Drug Management Improvement Team. *Composition of a spirometer*. Diupdate pada 2012. Diunduh dari <http://www.admit-online.info/en/background-information-respiration/physiology/spiro-metric-testing/overview/>

## Materi Pembelajaran 2:

### A. Judul Materi

Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar biokimia di dalam penerapan ilmu keperawatan anestesiologi (C2, C3).

### B. Sub Capaian Pembelajaran

Mampu memahami, menilai, dan melaksanakan mengenai penggunaan APCHE II *Score*.

### C. Materi Pengantar

Biokimia merupakan ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi komponen selular, seperti protein, karbohidrat, lipid, asam nukleat, dan biomolekul lainnya. Saat ini biokimia lebih terfokus secara khusus pada kimia reaksi termediasi enzim dan sifat-sifat protein. Biokimia mempelajari tentang peranan berbagai molekul dalam reaksi kimia dan proses yang berlangsung dalam makhluk hidup. Jangkauan ilmu Biokimia sangat luas sesuai dengan kehidupan itu sendiri. Tidak hanya mempelajari proses yang berlangsung dalam tubuh manusia, ilmu Biokimia juga mempelajari berbagai proses pada organisme mulai dari yang sederhana sampai yang kompleks. Saat ini penemuan-penemuan biokimia digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari genetika hingga biologi molekular dan dari pertanian, lingkungan, pangan, energi, hingga kedokteran. Berbagai aspek biokimia dan metabolisme komponen nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan hormon (Setiarto Raden H.B., Marni Br Karo, 2020).

Biokimia dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan tentang dasar kimiawi kehidupan (*Yn bios* “kehidupan”). Sel adalah unit struktural makhluk hidup. Oleh karena itu, biokimia juga dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan tentang konstituen kimiawi sel hidup serta reaksi dan proses yang dialami konst ituen-konst ituen tersebut. Berdasarkan definisi ini, biokimia mencakup bidang biologi sel, biologi molekular, dan genetika molekular. Tujuan biokimia Biokimia dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan tentang dasar kimiawi kehidupan (*Yn bios* “kehidupan”). Sel adalah unit struktural makhluk hidup. Oleh karena itu, biokimia juga dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan tentang konstituen kimiawi sel hidup serta reaksi dan proses yang dialami konsisten tersebut. Berdasarkan definisi ini, biokimia mencakup bidang biologi sel, biologi molekular, dan genetika molekular (Murray, Robert K., 2009).

Biokimia asam nukleat terletak di jantung genetika, penggunaan pendekatan genetik sangatlah penting untuk menguraikan berbagai aspek dalam biokimia. Fisiologi (ilmu faal), yaitu suatu ilmu tentang fungsi tubuh, hampir seluruhnya bertumpung tindh dengan biokimia. Imunologi menggunakan berbagai teknik biokimia, dan berbagai pendekatan imunologik telah digunakan secara luas oleh para ahli biokimia. Farmakologi dan farmasi bergantung pada pengetahuan yang kokoh tentang biokimia dan fisiologi; secara khusus, sebagian besar obat dimetabolisme oleh reaksi yang dikatalisis oleh enzim. Racun bekerja pada reaksi atau proses biokimia; ini adalah pokok bahasan dalam toksikologi. Pendekatan biokimiawi kini semakin sering digunakan untuk mempelajari aspek- aspek dasar patologi (ilmu tentang penyakit), misalnya peradangan, cedera sel, dan kanker. Sebagian besar peneliti di bidang mikrobiologi, zoologi, dan botani

menggunakan pendekatan biokimiawi hampir secara eksklusif. Hubungan ini tidaklah mengejutkan karena seperti yang kita ketahui, kehidupan bergantung pada reaksi dan proses biokimia (Murray, Robert K., 2009).

Air adalah komponen kimia utama pada organisme hidup. Sifat fisiknya yang unik yang mencakup kemampuan untuk melarutkan berbagai molekul organik dan anorganik, berasal dari struktur dipolar air dan kemampuannya yang luar biasa untuk membentuk ikatan hidrogen. Cara air berinteraksi dengan suatu biomolekul terlarut memengaruhi struktur masing-masing. Air merupakan suatu nukleofil yang sangat baik adalah suatu reaktan atau produk dalam banyak reaksi metabolik. Air memiliki sedikit kecenderungan untuk terdisosiasi (terurai) menjadi ion hidroksida dan proton. Keasaman suatu larutan air umumnya disebutkan dengan menggunakan skala pH logaritmik. Dalam keadaan normal, bikarbonat dan penyangga lain mempertahankan pH cairan ekstrasel antara 7,35 sampai 7,45. Kecurigaan akan adanya ketidakseimbangan asam-basa dipastikan dengan mengukur pH darah arteri dan kandungan CO<sub>2</sub> dalam darah vena. Penyebab asidosis (pH darah < 7,35) dapat terjadi, misalnya setelah muntah-muntah yang mengeluarkan isi lambung yang asam (Wahyudi & Tanto H, 2016).

Pengendalian keseimbangan air bergantung pada mekanisme hipotalamus yang mengontrol rasa haus, pada hormon antidiuretik (ADH), pada retensi atau ekskresi air oleh ginjal, dan pada pengeluaran melalui penguapan. Diabetes insipidus nefrogenik, yaitu ketidakmampuan memekatkan urine atau menyesuaikan tubuh dengan perubahan-perubahan ringan dalam osmolaritas cairan ekstrasel, terjadi karena osmoreseptor tubulus ginjal tidak berespons terhadap ADH. Larutan penyangga menahan perubahan pH saat terjadi pembentukan atau penyerapan proton. Kapasitas penyangga maksimal terjadi pada  $\pm 1$  unit pH di kedua sisi pA. Larutan penyangga fisiologis antara lain adalah bikarbonat, ortofosfat, dan protein (Wahyudi & Tanto H, 2016).

#### **D. Latihan**

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, membandingkan dengan referensi lainnya, untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa silahkan membuat makalah mengenai penerapan ilmu biokimia dalam bidang ilmu keperawatan anestesiologi beserta contohnya. Pembagian kelompok yaitu 1 kelas dibagi menjadi 5 kelompok kecil. Pembagian materi setiap kelompok sebagai berikut:

- Kelompok 1 : Metabolisme tubuh
- Kelompok 2 : Metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak
- Kelompok 3 : Metabolisme mineral, vitamin, dan air
- Kelompok 4 : Mekanisme kerja hormon
- Kelompok 5 : Mekanisme kerja enzim

#### **E. Rangkuman**

Biokimia berdampak besar pada kedua hal yang menjadi perhatian utama dunia kedokteran ini. Bahkan, hubungan timbal-balik biokimia dan ilmu kedokteran adalah suatu jalur lebar dalam dua-arah. Studi biokimia telah memperjelas banyak aspek kesehatan dan penyakit, dan sebaliknya, penelitian tentang berbagai aspek dalam kesehatan dan penyakit telah membuka bidang baru dalam biokimia.

## F. Tes Formatif

### Petunjuk:

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Metabolisme karbohidrat pada manusia, ketika melalui tahapan dekarboksilasi oksidatif dan siklus krebs dihasilkan 2 NADH pada proses dekarboksilasi oksidatif dan 6 NADH + 2 FADH<sub>2</sub> pada siklus krebs. Jika 1 NADH dikonversi ke dalam ATP = 3 ATP dan jika 1 FADH<sub>2</sub> dikonversi ke dalam ATP = 2 ATP. Keseluruhan ATP yang dihasilkan pada proses dekarboksilasi oksidatif dan siklus krebs adalah .....  
.....
  - a. 32 ATP
  - b. 30 ATP
  - c. 34 ATP
  - d. 28 ATP
  - e. 36 ATP
2. Pada sel mamalia tempat akumulasi triasilgliserol adalah sitoplasma dari sel-sel adiposa. Tetesan – tetesan atau butiran – butiran triasilgliserol bergabung membentuk gumpalan besar yang dapat menempati sebagian besar volume sel lemak. Tiga tahapan pemakaian asam lemak sebagai bahan bakar adalah mobilisasi asam lemak yaitu aktivasi enzim lipase dan transportasi asam lemak, metabolisme asam lemak menjadi asetil ko-A ( $\beta$ -oksidasi). Proses yang termasuk mobilisasi asam lemak yaitu.....
  - a. Gliserol yang terbentuk pada lipolisis diabsorpsi oleh liver
  - b. Difosforilasi dan dioksidasi menjadi dihidroksiaseton fosfat
  - c. Diisomerisasi menjadi gliseraldehid-3-fosfat
  - d. Pelepasan asam lemak dari sel lemak dan ditransport ke jaringan
  - e. Gliserol diubah menjadi piruvat atau glukosadi hati
3. Metabolisme protein dan asam amino bersifat lebih kompleks dibanding metabolisme karbohidrat dan lipid karena tidak hanya nasib atom C saja yang harus diperhatikan, tetapi juga nasib nitrogen (N). Bila asam amino sudah tidak diperlukan untuk sintesis protein, maka N diubah menjadi urea di hepar, sedangkan atom C dioksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O oleh sejumlah jaringan. Proses penyingkiran nitrogen dari protein dan asam amino dalam tubuh melalui 3 tahap yaitu.....
  - a. Transaminasi, dekarboksilasi oksidatif, dan siklus urea
  - b. Transaminasi, deaminasi oksidatif, dan siklus krebs
  - c. Transaminasi, deaminasi oksidatif, dan siklus urea
  - d. Transaminasi, dekarboksilasi oksidatif, dan siklus krebs
  - e. Deaminasi oksidatif, dekarboksilasi oksidatif, dan siklus krebs

## G. Umpan Balik atau Tindak Lanjut

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan

apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

#### **H. Kunci Tes Formatif**

1. D. 28 ATP
2. D. Pelepasan asam lemak dari sel lemak dan ditransport ke jaringan
3. C. Transaminasi, deaminasi oksidatif, dan siklus urea

#### **I. Daftar Pustaka**

Setiarto Raden H.B., Marni Br Karo. (2020). *Pengantar Biokimia Klinis*. Publisher : Bukupedia Indonesia.

Washudi & Tanto Hariyanto. (2016 ). *Biomedik Dasar (Anatomi Fisiologi, Biokimia, Fisika, Biologi)*. Pusdik SDM Kesehatan.

## Materi Pembelajaran 3:

### A. Judul Materi

Penerapan Ilmu Fisika dalam Bidang Anestesiologi.

### B. Sub Capaian Pembelajaran

Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar biokimia di dalam penerapan ilmu keperawatan anestesiologi (C2, C3).

### C. Materi Pengantar

#### 1. Definisi

Fisika kesehatan atau *medical physics* adalah ilmu yang menggabungkan dan melihat keterkaitan antara dua bidang kajian yang sangat luas, yaitu ilmu fisika dan ilmu kesehatan. Dua bidang kajian utama dalam fisika kesehatan adalah penerapan ilmu fisika pada tubuh manusia untuk mengatasi penyakit yang dialami oleh tubuh, biasa disebut *physics of physiology*, serta penerapan ilmu fisika pada kegiatan teknik pemeriksaan medis yang melibatkan seluruh pemahaman tentang konsep dasar dan cara kerja instrumen-instrumen (peralatan) kedokteran yang biasa digunakan untuk mendiagnosa penyakit. Di Amerika Serikat misalnya, fisika kesehatan lebih difokuskan pada kajian bidang radiologi, dimana ilmu fisika digunakan untuk menganalisis secara sempurna tentang proses fisis peristiwa radiasi dan memberikan solusi lengkap tentang cara mengatasi permasalahan-permasalahan yang mungkin terjadi pada tubuh manusia akibat pemberian perlakuan radiasi tersebut. Dengan demikian, proses penyembuhan tubuh manusia dari berbagai penyakit secara radiasi dapat dilakukan dengan baik dan sempurna.

Ruang lingkup fisika kesehatan meliputi aplikasi fisika pada fungsi tubuh dan kesehatan dan penyakit dan aplikasi fisika dalam praktek kesehatan. Yang pertama sering disebut fisika fisiologi dan yang kedua termasuk stetoskop, ketukan pada dada dan aplikasi fisika pada laser, *ultrasound*, dan radiasi. Hukum fisika yang melibatkan seluruh aspek fungsi tubuh, masing-masing situasi terlalu kompleks dan hampir tidak bisa diprediksi secara eksak dengan ilmu fisika. Salah satu contohnya mata analog dengan kamera. Analog ini sering membantu menjelaskan aspek fisika dari tubuh. Model aliran darah dipresentasikan oleh aliran listrik sering digunakan dalam mempelajari system peredaran darah. Salah satu karakteristik ilmu fisika adalah kemampuan untuk menghasilkan kuantitas yang diminati. Perkembangan ilmu fisika berhubungan dengan perkembangan kemampuan untuk mengukur (Ratnawati Ayu, 2015).

#### 2. Pengukuran Besaran Fisis

Dalam praktek kesehatan menggunakan satuan yang tidak standar. Contoh yang sering ditemukan yaitu satuan pengukuran tekanan darah. Tekanan darah secara umum dinyatakan dalam millimeter merkuri (Hg), panjang zat cair. Panjang ini merupakan ketinggian kolom merkuri yang mempunyai tekanan dasar yang sama dengan tekanan darah. Selanjutnya, pengukuran yang prosesnya berulang seperti frekuensi pernafasan, denyut nadi dan pengukuran yang prosesnya tidak berulang

seperti mengeluarkan substansi dari ginjal. Pengukuran merupakan proses yang berulang selalu melibatkan banyaknya pengukuran per detik, per menit, jam dan lain sebagainya. Sebagai contoh denyut nadi 70/menit dan frekuensi pernafasan 15/menit. *Diagnose error (false positive dan false negative)* dapat dikurangi dengan penelitian. Kesalahan atau ketidakpastian dikurangi dengan menggunakan pengukuran, pengulangan pengukuran, dan menggunakan alat yang dapat dipercaya.

Dunia kesehatan, pengukuran bahkan telah menjadi tugas rutin yang harus dilakukan seperti pengukuran temperatur tubuh, tinggi badan, detak jantung, denyut aliran darah, dan sebagainya. Proses pengukuran ini tentu melibatkan angka-angka pada berbagai digit. Pada proses pengukuran, semua alat ukur yang digunakan tentu memiliki skala pengukuran yang terkecil, atau nilai skala terkecil, yang ditunjukkan pada alat ukur yang digunakan. Disadari atau tidak, manusia tentu memiliki banyak keterbatasan, termasuk keterbatasan saat proses pengukuran yang menghasilkan sedikit kesalahan dalam batas toleransi tertentu. Kesalahan ini dikategorikan sebagai nilai ketidakpastian hasil pengukuran. Oleh sebab itu, sering dianjurkan bahwa pengukuran sesuatu besaran harus dilakukan berulang kali dan mengambil rata-ratanya sebagai hasil akhir pengukuran, sehingga akan diperoleh hasil yang lebih akurat dan menyatakan keadaan yang sebenarnya. Kesalahan terkecil yang mungkin dilakukan pada setiap pengukuran adalah setengah kali dari besar skala terkecil alat ukur yang digunakan.

Umumnya, besaran-besaran hasil pengukuran hanya melibatkan besarnya saja atau nilai angkanya saja. Besaran ini disebut sebagai besaran skalar (*scalar*). Orang jarang memikirkan tentang apa saja yang melekat pada besaran itu. Jika suatu proses pengukuran hanya menghasilkan besarnya saja, maka pengukuran tersebut hanya menghasilkan nilai skalar pengukuran. Tetapi dalam kehidupan nyata dan dunia kesehatan, banyak besaran yang tidak hanya memiliki besarnya saja tetapi juga memiliki arah. Suatu besaran yang memiliki besar dan arah disebut sebagai besaran vektor (*vector*). Katakanlah jika Anda mendorong seorang teman dengan kuat sehingga teman tersebut terjatuh dan terhempas ke lantai hingga terluka. Dalam peristiwa itu, Anda tentu memberikan gaya sebesar tertentu untuk mendorong teman. Tetapi di samping nilai gaya yang anda berikan, tentu ada arah kemana Anda mendorongnya. Jadi gaya yang Anda berikan memiliki besar dan arah, sehingga gaya itu disebut sebagai besaran vektor. Banyak besaran vektor digunakan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kesehatan tubuh.

### 3. Satuan Besaran Fisis

Gaya memiliki satuan Newton (N) yang sama dengan  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{det}^2$ . Pada referensi yang lain, mungkin saja Anda menemukan satuan gaya dalam bentuk  $\text{gr}\cdot\text{cm}/\text{det}^2$ . Sekilas terlihat ada perbedaan dari kedua satuan tersebut, walaupun keduanya dari besaran gaya. Perbedaan yang terjadi pada penulisan satuan gaya di atas hanya akibat perbedaan sistem satuan yang digunakan. Satuan gaya dalam bentuk  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{det}^2$  adalah sistem Satuan Internasional (SI) atau sering disebut sistem MKS (*Meter Kilogram Second*), sedangkan satuan gaya dalam bentuk  $\text{gr}\cdot\text{cm}/\text{det}^2$  adalah sistem CGS (*Centimeter Gram Second*).

#### 4. Besaran Pokok dan Turunan

Besaran yang digunakan dalam suatu perhitungan sering melibatkan besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran dasar yang tak teruraikan lagi sedang besaran turunan adalah besaran yang tersusun dari lebih dari satu besaran pokok. Gaya (misalnya gaya berat ataupun gaya gravitasi) merupakan besaran turunan sebagai hasil perkalian antara massa dengan percepatan. Percepatan sendiri adalah besaran turunan yang merupakan perubahan kecepatan setiap selang waktu tertentu. Sementara itu, kecepatan juga merupakan besaran turunan yang didefinisikan sebagai perubahan jarak setiap selang waktu tertentu. Oleh karena itu, gaya memiliki satuan  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{det}^2$  atau N (singkatan dari Newton yang diambil dari nama Isaac Newton sebagai pencetus hukum gerak). Berikut ini adalah besaran-besaran pokok dan beberapa contoh besaran turunan.

Besaran pokok	Satuan	Besaran turunan	Satuan
panjang (jarak)	M	kecepatan	m/det
massa	Kg	volume	$\text{m}^3$
waktu	sec atau det	luas	$\text{m}^2$
temperatur	K atau $^{\circ}\text{C}$ atau $^{\circ}\text{F}$ atau $^{\circ}\text{R}$	gaya	N atau $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{det}^2$
arus listrik	A	energi	J
intensitas cahaya	Cd	daya	W
jumlah zat	Mol	dan lain-lain	

#### 5. Fenomena Tekanan di Dalam Tubuh

Tekanan (disimbolkan dengan huruf  $p$ ) didefinisikan sebagai gaya per satuan luas (satunya adalah  $\text{N}/\text{m}^2$  yang di dalam sistem satuan SI atau biasa dinyatakan dengan Pascal atau Pa). Di dalam dunia medis, satuan tekanan dinyatakan dalam millimeter merkuri (disingkat mmHg). Tekanan atmosfer bumi adalah 760 mmHg, setara dengan 1 atm (atm singkatan dari atmosfer). Jadi  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$ . Oleh karena itu, pengukuran tekanan apapun dihitung relatif terhadap tekanan atmosfer. Sebagai contoh, ketika seseorang bernafas (menarik nafas), tekanan di dalam paru-paru harus lebih kecil dari tekanan udara luar (atmosfer) agar udara dapat mengalir ke dalam paru-paru. Ketika seseorang minum air dari sebuah gelas dengan menggunakan sedotan, tekanan di dalam mulutnya harus jauh lebih kecil dari tekanan atmosfer di sekitar gelas agar air di dalam gelas tersebut dapat mengalir ke dalam mulut.

Ada sejumlah tempat di dalam tubuh yang tekanannya relatif lebih kecil dari tekanan atmosfer. Di dalam tubuh, jantung berperan sebagai pompa yang dapat menghasilkan tekanan yang cukup tinggi ( $\sim 100 \text{ mmHg}$  sampai  $140 \text{ mmHg}$ ) untuk menghasilkan gaya dorong yang besar sehingga darah dapat mengalir ke seluruh tubuh melalui arteri. Darah yang telah mengalir ke seluruh tubuh akan dialirkan kembali ke melalui *venous* (pembuluh darah). Oleh karena itu, tekanan pada *venous* cukup kecil agar darah (khususnya pada bagian tubuh yang paling bawah seperti kaki) dapat disedot kembali ke dalam jantung. Kegagalan dalam menyedot kembali darah yang telah dialirkan ke wilayah kaki ini sering menghasilkan pembengkakan pada pembuluh darah (*veins*).

a. Tekanan di dalam tengkorak

CSF melindungi otak dari berbagai jenis benturan. Ruang di sekitar otak di dalam tengkorak dapat menampung sekitar  $150 \text{ cm}^3$  cairan otak (*cerebrospinal fluid* disingkat dengan CSF). Cairan otak ini dapat mengalir keluar dari wilayah otak melalui saluran ventrikel (*ventricle*), yaitu rongga-rongga berukuran sangat kecil yang menghubungkan ruang otak dengan rongga tulang belakang (*spinal column*).

b. Tekanan pada mata

Cairan bening di dalam bola mata yang terdapat di antara permukaan mata dan retina memiliki tekanan tertentu sehingga dapat menjaga bola mata pada bentuk dan ukuran yang tetap. Dimensi atau bentuk mata sangatlah kritis. Bila dimensinya tidak tepat, mata menjadi tidak dapat melihat. Perubahan 0,1 mm saja pada diameternya dapat mempengaruhi kejelasan penglihatan. Oleh karena itu, jangan sekali-kali menekan bola mata terlalu keras karena dapat berakibat fatal jika tekanan internal mata tidak dapat mengembalikan bola mata ke dalam bentuk semula dan dapat menyebabkan kebutaan. Tekanan normal cairan bening mata (tekanan mata) berada pada interval antara 12 mmHg sampai 23 mmHg. Cairan di bagian depan mata sebagian besar tersusun dari air. Mata secara kontinu menghasilkan cairan. Sistem pengaliran yang dimilikinya membuat cairan yang berlebihan dapat dibuang dengan baik. Sistem pengaliran yang mengalami penyumbatan dimana sirkulasi tidak berjalan dengan sewajarnya akan meningkatkan tekanan di dalam mata, sehingga dapat membatasi suplai darah ke retina mata sehingga mempengaruhi kejelasan penglihatan. Kondisi seperti ini disebut dengan *glaucoma*, dimana pada taraf yang sangat parah dapat menyebabkan kebutaan. Tekanan yang dihasilkan cairan mata dapat diukur dengan alat yang diberi nama *tonometer*.

c. Tekanan pada system pencernaan

Sistem pencernaan memiliki pintu masukan melalui mulut dan menuju ke persambungan antara kerongkongan dan lambung (*stomach-esophagus junction*), kemudian menuju pintu pengeluaran melalui anus (*anal sphincter*). Panjang sistem pencernaan manusia dari mulut sampai anus lebih kurang 6 m. Sistem pencernaan dilengkapi dengan katup-katup (*valves*) yang berperan sebagai pembuka dan penutup sehingga sistem pencernaan berproses dengan sempurna. Katup di dalam usus berperan untuk meratakan penyaluran (pengaliran) makanan di dalamnya. Katup-katup tersebut antara lain terletak antara lambung dan usus kecil (*pylorus*) yang berperan untuk menghindari aliran makanan dari kecil kembali ke lambung) serta katup antara usus kecil dan usus besar. Pada beberapa kejadian, aliran penyaluran terbalik dapat saja terjadi, misalnya pada saat muntah dimana aliran makanan berbalik dari arah normalnya. Tekanan di dalam lambung dan usus lebih besar dari pada tekanan atmosfer. Makanan yang dimakan (setelah kenyang) meningkatkan tekanan pada sistem pencernaan, ditandai dengan semakin tegangnya kulit perut. Pada saat makan biasanya udara yang sempat dihirup

melalui pernafasan tertahan dan terjebak di dalam tubuh. Udara yang terjebak ini menambah tekanan secara signifikan pada sistem pencernaan.

Tekanan di dalam sistem pencernaan dapat juga dibangkitkan oleh gas-gas yang dihasilkan oleh bakteri-bakteri di dalam usus, umumnya dikeluarkan dalam bentuk *flatus* (kentut). Jika tekanan yang terjadi ini menjadi cukup besar akan menghentikan mekanisme sistem aliran darah di dalam perut maka dapat mengakibatkan kematian. Suatu teknik *intubation* (memasukkan pipa kecil melalui hidung, lambung, dan usus) biasanya dilakukan untuk mengurangi tekanan tersebut. Jika usaha ini gagal, selanjutnya diatasi dengan melakukan pembedahan. Penambahan tekanan yang besar di dalam usus akan menyebabkan resiko infeksi pada dinding usus, karena tekanan yang besar akan menyebabkan dinding usus cenderung robek atau retak-retak seperti teriris/terluka kecil, dan gas-gas yang terjebak di dalam usus akan dengan cepat menyebar dan memasuki luka-luka tersebut. Resiko ini dapat direduksi dengan melakukan pembedahan di ruangan bertekanan tinggi, dimana tekanan ruangan lebih tinggi dari tekanan usus penderita.

d. Tekanan pada kandung kemih

Satu dari tekanan internal tubuh yang juga sangat penting adalah tekanan yang terjadi pada kandung kemih (*bladder*). Peningkatan tekanan yang terjadi pada kandung kemih akibat adanya akumulasi (pertambahan terus menerus) volume air kencing (*urine*). Untuk orang dewasa, volume maksimum kandung kemih adalah 500 ml dengan tekanan rata-rata 30 cmH<sub>2</sub>O. Jika kontraksi dinding kandung kemih terjadi, tekanan ini dapat ditingkatkan sampai mencapai 150 cmH<sub>2</sub>O. Anak laki-laki kadang-kadang sering menggunakan cara klasik untuk mengukur seberapa besar tekanan kandung kemihnya dengan melakukan kencing secara vertikal mengarah ke suatu tembok dan mengukur tinggi maksimum semburan yang dicapai. Untuk orang penderita *prostatic* (saluran kandung kemihnya tersumbat), tekanan kandung kemihnya dapat mencapai lebih 100 cmH<sub>2</sub>O.

Tekanan di dalam kandung kemih dapat diukur dengan memasukkan suatu alat *catheter* yang dilengkapi dengan sensor tekanan ke dalam kandung kemih melalui *urethra* (saluran keluar *urine*). Tekanan pada kandung kemih dapat bertambah pada saat batuk, saat duduk, dan pada saat dalam keadaan tegang. Khusus untuk wanita hamil, tekanan pada kandung kemihnya akan bertambah dengan bertambah beratnya janin yang dikandung, dan biasanya sering buang air kecil. Pada situasi stress pun juga dapat meningkatkan tekanan pada kandung kemih, misalnya belajar saat mau ujian membuat anda sering buang air kecil ke toilet. Hal ini disebabkan karena “nerves”.

#### D. Latihan

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, membandingkan dengan referensi lainnya, untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa silahkan membuat makalah mengenai penerapan ilmu fisika dalam bidang ilmu keperawatan anestesiologi beserta contohnya. Pembagian kelompok yaitu 1 kelas dibagi menjadi 3 kelompok kecil. Pembagian materi setiap kelompok sebagai berikut:

- Kelompok 1 : Penerapan fisika dalam keperawatan anestesiologi.  
Kelompok 2 : Penerapan bioakustika dalam keperawatan anestesiologi.  
Kelompok 3 : Penerapan termofisika dalam keperawatan anestesiologi.

## E. Rangkuman

Ruang lingkup fisika kesehatan meliputi aplikasi fisika pada fungsi tubuh dan kesehatan dan penyakit dan aplikasi fisika dalam praktek kesehatan. Yang pertama sering disebut fisika fisiologi dan yang kedua termasuk stetoskop, ketukan pada dada dan aplikasi fisika pada laser, *ultrasound*, dan radiasi.

## F. Tes Formatif

### Petunjuk:

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Korelasi mempelajari fisika dalam tindakan keperawatan anestesi yaitu.....
  - a. Dapat mengetahui fungsi obat opioid dan efek sampingnya
  - b. Dapat mengetahui implementasi alat berbasis biolistrik
  - c. Dapat memberikan campuran terapi cairan NaCl 0,9% dengan MgSO<sub>4</sub> pada pasien
  - d. Dapat mengetahui farmakodinamik obat anestesi sesuai usia pasien
  - e. Dapat mengetahui *side effect* dari obat anestesi yang diberikan
2. Fisika kesehatan atau *medical physics* adalah ilmu yang mempelajari tentang menggabungkan dan melihat keterkaitan antara dua bidang kajian yang sangat luas. Dua bidang kajian yang dimaksud adalah.....
  - a. Ilmu fisika dan ilmu kesehatan
  - b. Ilmu fisika dan ilmu biologi
  - c. Ilmu kimia dan ilmu biologi
  - d. Ilmu kesehatan dan ilmu biologi
  - e. Ilmu biomedis
3. Satuan yang telah disepakati secara Internasional dan digunakan oleh berbagai negara dan memiliki syarat mudah ditiru dan bersifat tetap merupakan pengertian dari.....
  - a. Standar Nasional Indonesia (SNI)
  - b. Satuan Internasional (SI)
  - c. Satuan Eropa
  - d. Satuan Amerika
  - e. Standart Internasional

## G. Umpan Balik atau Tindak Lanjut

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

## **H. Kunci Tes Formatif**

1. B. Dapat mengetahui implementasi alat berbasis biolistrik
2. A. Ilmu fisika dan ilmu kesehatan
3. E. Standart Internasional

## **I. Daftar Pustaka**

Washudi & Tanto Hariyanto. (2016). *Biomedik Dasar (Anatomi Fisiologi, Biokimia, Fisika, Biologi)*. Pusdik SDM Kesehatan.

Ratnawati Ayu I.G.A. (2015). *Bahan Ajar Fisika Kedokteran*. Universitas Udayana.

## Materi Pembelajaran 4:

### A. Judul Materi

Unsur Senyawa Obat-Obatan Anestesi Umum dan Regional.

### B. Sub Capaian Pembelajaran

Memahami dan menggunakan tentang konsep dasar kimia di dalam penerapan ilmu keperawatan anestesiologi (C2, C3).

### C. Materi Pengantar

#### 1. Obat-Obatan Anestesi Umum

##### a. Definisi

Anestesi umum menurut *American Association of Anesthesiologist* merupakan pemberian obat yang menginduksi hilangnya kesadaran dimana pasien tidak arousable, meskipun dengan stimulasi yang sangat menyakitkan. Kemampuan untuk mengatur fungsi pernafasan juga terganggu. Pasien seringkali membutuhkan bantuan untuk menjaga patensi jalan nafas, dan tekanan ventilasi positif dibutuhkan karena hilangnya ventilasi spontan atau hilangnya fungsi neuromuskular. Fungsi kardiovaskular juga terganggu (ASA., 2013).

Anestesi umum dibagi menjadi tiga tehnik yaitu tehnik anestesi total intravena, anestesi total inhalasi, dan anestesi kombinasi antara intravena dan inhalasi yang sering disebut balance anestesia. Anestesi umum yang ideal dapat menyediakan induksi yang cepat dan tenang, kehilangan kesadaran yang dapat diprediksi, kondisi intraoperatif yang stabil, efek samping yang minimal, pemulihan refleksi proteksi dan fungsi psikomotor yang cepat dan lancar. Anestesi umum telah mengalami banyak perkembangan dan modifikasi, begitu pula yang terjadi dengan total intravenous anesthesia (TIVA) sejak diperkenalkan pertama kalinya dalam praktek klinis (Bajwa, 2010).

##### b. Sifat Fisik dan Kimia

- 1) Larut dalam air dan stabil di dalam larutan.
- 2) Tidak menimbulkan nyeri saat penyuntikkan dan tidak merusak jaringan saat digunakan ekstrasvaskuler maupun intra arteri.
- 3) Tidak melepaskan histamin atau mencetuskan reaksi hipersensitifitas.
- 4) Onset hipnotis yang cepat dan lembut tanpa menimbulkan aktifi tas eksitasi.
- 5) Metabolisme inaktivasi metabolit obat yang cepat.
- 6) Memiliki hubungan dosis dan respon yang curam untuk meningkatkan kefektifan titrasinya dan meminimalisir akumulasi obat di jaringan.
- 7) Depresi pada respirasi dan jantung yang minimal.
- 8) Menurunkan metabolisme serebral dan tekanan intra kranial.
- 9) Pemulihan kesadaran dan kognitif yang cepat dan lembut.
- 10) Tidak menimbulkan postoperative nausea and vomiting (PONV), amnesia, reaksi psikomimetik, pusing, nyeri kepala maupun waktu sedasi yang memanjang (*hangover effects*) (Aun, 2013).

Obat anestesi intra vena yang ideal adalah yang mampu menyediakan hipnosis, amnesia, analgesia dan relaksasi otot tanpa pengaruh depresi pada fungsi sirkulasi dan respirasi (Reves, 2010).

c. Macam-Macam Obat Anestesi Umum

1) Benzodiazepin

Benzodiazepin mengikat reseptor yang sama dengan barbiturat di sistem saraf pusat, tetapi berikatan dilokasi yang berbeda. Berikatan dengan reseptor GABAA, sehingga terjadi peningkatan frekuensi pembukaan kanal ion Cl (Butterworth, 2013).

Midazolam mempunyai keunggulan dibandingkan diazepam dan lorazepam untuk induksi anestesi, karena ia mempunyai onset yang lebih cepat. Kecepatan onset midazolam dan barbiturat lainnya ketika digunakan untuk induksi anestesi ditentukan oleh dosis, kecepatan injeksi, tingkat premedikasi sebelumnya, umur, status fisik ASA dan kombinasi obat anestetik lain yang digunakan. Pada pasien yang sehat yang telah diberi premedikasi sebelumnya, midazolam 0,2 mg/kg dengan kecepatan injeksi 5-15 detik akan menginduksi pasien dalam waktu 28 detik. Pasien dengan usia lebih dari 55 tahun dan dengan status fisik ASA III memerlukan pengurangan dosis midazolam sebesar 20% atau lebih untuk induksi anestesi (Raves, 2010).

2) Ketamin

Ketamin adalah satu-satunya anestetik intravena yang selain bersifat analgesik kuat juga mampu merangsang sistem kardiovaskuler sesuai dengan dosis pemberiannya. Ketamin bekerja nyata untuk meningkatkan darah ke otak, konsumsi oksigen dan tekanan intrakranial. Ketamin menurunkan frekuensi pernafasan, tonus otot saluran nafas akan terkontrol dengan baik dan reflek-reflek saluran nafas biasanya tidak terganggu. Ketamin ialah larutan yang tidak berwarna, stabil pada suhu kamar dan relatif aman. Ketamin merupakan derivat sikloheksan berupa lipofili 5-10 kali lebih tinggi dari pada thiopental.

Pemberiannya dapat dilakukan secara iv dan im. Ketamin mempunyai pusat asimetri dimana enantiomer S lebih efektif daripada enantiomer R dan memberikan lebih sedikit reaksi saat pasien sadar kembali. anestetik yang diperdagangkan memang berupa campuran rasemik. Derivat phencyclidine ini diformulasikan dalam bentuk campuran racemic. Di antara agen anestetik lainnya ketamin mempunyai keunggulan dengan menimbulkan efek hipnotik dan analgesi sekaligus berkaitan dengan dosis yang diberikan (Aun, 2013).

Ketamin memiliki efek yang beragam pada sistem saraf pusat, menghambat refleks polisinaptik di medulla spinalis dan neurotransmitter eksitasi di area tertentu otak. Ketamin memutus hubungan thalamus (penghubung impuls sensoris dari sistem aktivasi retikuler ke korteks serebri) dengan korteks limbus (berperan pada sensasi waspada), secara klinis disebut

juga anestesi disosiasi, di mana pasien tampak sadar (mata terbuka, reflek menelan dan kontraksi otot) tetapi tidak mampu mengolah dan merespon input sensorisnya. Ketamin juga merupakan antagonis reseptor NMDA (N-methyl-D-aspartate). Pada dosis sub anestesi ketamin dapat menimbulkan halusinasi yang dapat dicegah dengan pemberian midazolam ataupun agen hipnotik lainnya (Butterworth, 2013).

Didahului dengan premedikasi benzodiazepin, ketamin 1-2 mg/kg IV dapat digunakan untuk induksi anestesi dengan durasi sekitar 10-20 menit setelah dosis tunggal induksi, dengan tambahan waktu 60-90 menit untuk pulih sadar dengan orientasi yang utuh. 2 Efek analgesik mulai timbul pada dosis sub anestetik antara 0,1-0,5 mg/kg IV dan konsentrasi plasma antara 85-160 ng/ml. Dosis rendah dengan infus sebesar 4 µg/kg/mnt IV telah dilaporkan dapat menghasilkan efek analgesi post operatif yang sama dengan infus morphin 2 mg/ jam IV (Iqbal M, Sudadi, 2014).

### 3) Propofol

Propofol mengikat reseptor GABAA, sehingga meningkatkan afinitas ikatan GABA dengan reseptor GABAA, yang akan menyebabkan hiperpolarisasi membran saraf. Injeksi propofol IV akan menimbulkan nyeri yang dapat dikurangi dengan pemberian injeksi lidokain sebelumnya atau dengan mencampurkan lidokain 2% dengan 18 ml propofol sebelum penyuntikkan. Formulasi propofol mudah terkontaminasi dengan pertumbuhan bakteri, sehingga harus digunakan dengan tehnik yang steril dan tidak boleh dipakai setelah 6 jam pembukaan ampul (Iqbal M, Sudadi, 2014).

Induksi anestesi dengan propofol berlangsung dengan lembut dengan hanya sedikit menimbulkan efek samping eksitasi. Dosis 1-2,5 mg/kg (tergantung pada usia dan status fisik pasien serta penggunaan premedikasi) menghasilkan induksi anestesi dalam waktu 30 detik. Pada pasien dengan penyakit kardiovaskuler harus diberikan dosis induksi yang lebih rendah (Aun, 2013). Propofol tidak larut dalam air dan pada awalnya disediakan dengan Cremophor EL, namun karena banyaknya reaksi anafilaktoid yang ditimbulkan, sediaannya diubah menjadi bentuk emulsi. Namun penyuntikan propofol di vena perifer akan menyebabkan rasa nyeri sehingga sebelum obat ini disuntikkan dapat diberikan lidokain 1% intravena. Propofol digunakan sebagai obat induksi, untuk pemeliharaan anestesia maupun sebagai sedasi. Selain efek utamanya tersebut propofol juga memiliki efek lain sebagai antiemetik, antipruritik, antikonvulsan dan mengurangi konstiksi bronkus.

### 4) Opioid

Ketika digunakan di dalam tehnik TIVA, opioid bekerja secara sinergis dengan kebanyakan agen hipnotik. Selama melakukan TIVA, kemampuan untuk mencegah respon otonom terhadap stimuli pembedahan sangat bergantung dengan penggunaan opioid (Aun, 2013).

## 2. Obat-Obatan Anestesi Regional

### a. Definisi

Anestesi lokal adalah obat yang bila diberikan secara lokal maupun suntikan dalam kadar yang cukup, dapat menghambat hantaran impuls pada saraf yang dikenai oleh obat tersebut. Obat ini menghilangkan rasa/sensasi nyeri terbatas pada daerah tubuh yang dikenai tanpa menghilangkan kesadaran. Pada konsentrasi tinggi obat ini dapat mengurangi aktivitas motorik (Geraldine R.A, 2015).

Sifat anestetik lokal yang ideal sebaiknya tidak mengiritasi maupun merusak jaringan saraf secara permanen. Mula kerja anestetik lokal harus sesingkat mungkin, sedangkan masa kerja harus cukup lama sehingga memberikan waktu yang cukup untuk melakukan tindakan operasi, tetapi juga tidak terlalu lama sampai memperpanjang masa pemulihan. Anestetik lokal juga harus larut dalam air, stabil dalam larutan, dan dapat disterilkan tanpa mengalami perubahan (Syarif & Sunaryo, 2012).

### b. Sifat Umum Bahan Anestesi Regional

Bahan anestesi lokal adalah bahan yang menghambat hantaran saraf bila dikenakan secara lokal pada jaringan saraf dengan kadar cukup. Bahan ini bekerja pada tiap bagian susunan saraf. Selain itu, bahan ini bekerja secara reversible untuk menghalangi impuls saraf, sehingga impuls yang dialirkan dari daerah tersebut terhenti. Bahan anestesi lokal sebaiknya tidak mengiritasi dan tidak merusak jaringan saraf secara permanen. Batas keamanan harus lebar, karena bahan anestesi lokal akan diserap dari tempat suntikan. Onset of action harus sesingkat mungkin, sedangkan masa kerja harus cukup lama sehingga cukup waktu untuk melakukan tindakan operasi, tetapi tidak demikian lama sampai memperpanjang masa pemulihan. Bahan ini juga harus larut dalam air, stabil dalam larutan, dapat disterilkan tanpa mengalami perubahan (Dewi, 2016).

### c. Sifat Kimia dan Hubungan Struktur Aktivitas

Struktur dan sifat fisikokimia sangat mempengaruhi aktivitas anestetik lokal. Sifat hidrofobik yang dimiliki anestetik lokal dapat meningkatkan potensi dan lama kerja anestesi lokal karena suasana hidrofobik meningkatkan jumlah partikel di tempat kerjanya dan menurunkan kecepatan metabolisme yang diperantarai oleh esterase plasma dan enzim hati. Sebagian besar senyawa anestetik lokal mempunyai satu gugus lipofilik yang merupakan suatu cincin aromatik. Gugus ini dihubungkan oleh rantai perantara yang umumnya berupa ester atau amida dengan suatu gugus yang mudah mengion seperti amin tersier. Anestetik lokal merupakan basa lemah dan memiliki bentuk basa bebas. Anestetik lokal hanya sedikit larut dan tidak stabil dalam bentuk larutan. Oleh karena itu obat ini umumnya tersedia dalam bentuk garam yang mudah larut dalam air seperti garam hidroklorid. Garam asam ini harus dinetralkan terlebih dulu dan basa bebas dilepaskan sebelum obat tersebut menembus jaringan dan menghasilkan efek anestesi (Syarif & Sunaryo, 2012).

Di dalam tubuh, mereka biasanya berada dalam bentuk basa tak bermuatan dan kation. Perbandingan relatif antara dua bentuk ini ditentukan oleh konstanta

disosiasi asam (pKa) dan derajat keasaman cairan tubuh (pH), sesuai dengan persamaan Henderson Hasselbach:

$$\log \frac{\text{bentuk kationik}}{\text{bentuk tak bermuatan}} = pK_a - pH$$

Sebagian besar anestetik lokal memiliki pKa antara 7,5 - 9,0 dan bagian terbesar dalam cairan tubuh pada pH fisiologis adalah bentuk kation. Bentuk kation diperkirakan sebagai bentuk yang paling aktif pada situs reseptor, namun bentuk yang tidak bermuatan juga penting untuk melakukan penetrasi melewati membran biologis (Geraldine R.A, 2015).

#### d. Macam-Macam Obat Anestesi Regional

##### 1) Lidokain

Lidokain memberikan efek anestesi lokal menjadi lebih cepat, lebih kuat, lebih lama dan lebih ekstensif daripada yang ditimbulkan oleh prokain pada konsentrasi sebanding. Lidokain sering digunakan secara suntikan untuk anestesi infiltrasi, anestesi blok saraf, anestesi spinal, anestesi epidural ataupun anestesi kaudal. Pada suntikan anestesi infiltrasi biasanya digunakan larutan 0.25-0.5% dengan atau tanpa adrenalin. Penambahan bahan vasokonstriktor pada lidokain HCl 2% dapat menambah durasi kerja anestesi. Vasokonstriktor yang sering ditambahkan pada lidokain adalah adrenalin 1:80.000 atau 1:100.000. Dengan penambahan vasokonstriktor, durasi kerja menjadi lebih lama dari setengah sampai dua jam menjadi tiga sampai empat jam. Onset of action dari lidokain bervariasi antara dua sampai lima menit (Dewi, 2016).

##### 2) Mepivakain

Mepivakain (*1-methyl 2,6-pipecoloxylidide hydrochloride*) memiliki struktur yang hampir sama dengan bupivakain. Mepivakain merupakan salah satu bahan anestesi yang sering digunakan di bidang kedokteran gigi sebagai bahan anestesi lokal. Mepivakain merupakan bahan anestesi lokal golongan amida yang sifatnya mirip lidokain. Mepivakain juga memiliki onset of action yang hampir sama dengan lidokain, tetapi lama kerja lebih panjang sekitar 20%. Mepivakain dimetabolisme secara lambat pada janin sehingga obat ini bukan merupakan pilihan yang baik untuk pasien yang sedang mengandung (Malamed, 2013).

##### 3) Prilokain

Bahan Anestesi lokal golongan amida ini efek farmakologi nya mirip lidokain, tetapi onset of action dan masa kerjanya lebih lama. Efek vasodilasinya lebih kecil daripada lidokain, sehingga tidak memerlukan penambahan bahan adrenalin. Sifat toksik yang unik dari prilokain yaitu dapat menimbulkan methemoglobinemia. Efek anestesi dari bahan prilokain kurang kuat dibandingkan lidokain. Biasanya prilokain sering digunakan secara anestesi infiltrasi dan blok saraf (Dewi, 2016).

#### 4) Bupivakain

Bupivakain mempunyai masa kerja yang panjang dengan efek blokade terhadap saraf sensorik lebih besar daripada saraf motorik. Karena efek ini, bupivakain lebih populer digunakan untuk memperpanjang anestesi selama persalinan. Pada dosis efektif yang sebanding, bupivakain lebih kardiotoksik daripada lidokain. Bupivakain dapat digunakan baik untuk suntikan anestesi infiltrasi, blok saraf, kaudal, maupun epidural (Dewi, 2016).

#### 5) Ropivakain

Ropivakain merupakan bahan anestesi lokal yang mempunyai masa kerja panjang dengan toksisitas terhadap jantung lebih rendah daripada bupivakain pada dosis efektif yang sebanding, namun sedikit kurang kuat dalam menimbulkan anestesi dibandingkan bupivakain (Dewi, 2016).

#### 6) Kokain

Kokain (*2-β-carbomethoxy-3-βbenzoxytropine*) ditemukan pada daun *Erythroxyton coca* atau *Erythroxyton truxillense*. Kokain merupakan bahan anestesi lokal yang pertama digunakan dalam dunia kedokteran. Efek kokain yang paling penting bila digunakan secara lokal yaitu menghambat hantaran saraf. Efek sistemik yang paling mencolok dari bahan ini yaitu rangsangan susunan saraf pusat. Berdasarkan efek ini, kokain pernah digunakan secara luas untuk tindakan di bidang optalmologi, tetapi kokain ini dapat menyebabkan terkelupasnya epitel kornea. Maka penggunaan kokain sekarang sangat dibatasi untuk pemakaian topikal, khususnya pada anestesi saluran nafas atas (Dewi, 2016).

#### 7) Prokain

Prokain (*2-diethyl-4-aminoethyl-p-aminobenzoate*). Prokain merupakan bahan terpilih untuk anestesi lokal, namun kegunaannya tergantikan oleh lidokain yang ternyata lebih kuat dan lebih aman dibanding dengan prokain. Bahan anestesi ini pernah digunakan pada anestesi infiltrasi, anestesi blok saraf, anestesi spinal, anestesi epidural, dan anestesi kaudal. Namun, karena potensinya rendah, onset of action menjadi lambat serta masa kerjanya yang pendek, maka penggunaan prokain hanya terbatas pada anestesi infiltrasi dan anestesi blok saraf. Di dalam tubuh, prokain dimetabolisme menjadi PABA (*Para-amino Benzoic Acid*) yang dapat menghambat kerja sulfonamid (Dewi, 2016).

### D. Latihan

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, silahkan memahami unsur senyawa obat-obatan anestesi umum dan lokal diberbagai referensi seperti jurnal penelitian/artikel/prosiding penelitian untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa.

Carilah referensi tentang unsur senyawa obat-obatan anestesi umum dan lokal, disusun menjadi rangkuman yang menarik!

## E. Rangkuman

Anestesi umum yang ideal dapat menyediakan induksi yang cepat dan tenang, kehilangan kesadaran yang dapat diprediksi, kondisi intraoperatif yang stabil, efek samping yang minimal, pemulihan refleksi proteksi dan fungsi psikomotor yang cepat dan lancar. Sifat anestetik lokal yang ideal sebaiknya tidak mengiritasi maupun merusak jaringan saraf secara permanen. Mula kerja anestetik lokal harus sesingkat mungkin, sedangkan masa kerja harus cukup lama sehingga memberikan waktu yang cukup untuk melakukan tindakan operasi, tetapi juga tidak terlalu lama sampai memperpanjang masa pemulihan.

## F. Tes Formatif

### Petunjuk:

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Obat anestesi isoflurane yang dapat menurunkan vasokonstriksi vaskuler diberikan secara *dose dependent* dengan standar operasional pemberian obat 3°C untuk setiap 1% isoflurane. Hal tersebut sesuai dengan prinsip.....
  - a. Fisika
  - b. Biokimia
  - c. Biofisika
  - d. Kimia
  - e. Biomekanika
2. Berdasarkan efek yang ditimbulkan obat anastesi terbagi menjadi anastesi lokal dan anastesi umum. Obat-obat anastesi umum diantaranya merupakan golongan benzodiazepine, barbiturat, opioid, anastesi disosiatif, dan propofol. Berikut ini yang merupakan obat anastesi yang merupakan turunan (*derivate*) golongan benzodiazepine adalah.....
  - a. Thiopental
  - b. Methohexital
  - c. Sufentanil Citrate
  - d. Midazolam
  - e. Alfentanil
3. Opioid merupakan salah satu obat golongan anastesi umum yang sering dianggap sebagai opiat. Opioid adalah senyawa baik sintetis atau produk alami yang memiliki efek seperti morfin. Opioid dapat digunakan untuk melengkapi anastesi ketika obat anastesi lainnya tidak cukup mengontrol reaksi nyeri. Diantara pilihan berikut ini turunan (*derivate*) opioid yang paling umum digunakan adalah.....
  - a. Diazepam
  - b. Lorazepam
  - c. Midazolam
  - d. Methohexital
  - e. Remifentanil

### **G. Umpan Balik atau Tindak Lanjut**

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

### **H. Kunci Tes Formatif**

1. D. Kimia
2. D. Midazolam
3. E. Remifentanil

### **I. Daftar Pustaka**

- Aun, T. et al. (2013). Total intravenous anaesthesia using target controlled infusion. A pocket reference. *College of anesthesiologists*. Academy of Medicine of Malaysia.
- Bajwa, et al. (2010). Comparison of two drug combinations in TIVA: propofol-ketamine and propofol-fentanyl. *Saudi Journal of Anaesthesia*.
- Butterworth, JF. Mackey, DC. Wasnick, JD. (2013). *Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology*. USA: Lange Mc Graw Hill.
- Dewi S. (2016). Peningkatan Kadar Glukosa Darah Sesudah Penyuntikan Anestesi Lokal Menggunakan Adrenalin. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti.
- Geraldine R.A. (2015). Pengaruh Anti Inflamasi Non Sterois Terhadap Efektivitas Anestesi Lokal pada Gigi dengan Pulpitis Ireversibel. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti.
- Iqbal M., Sudadi., I Gusti Ngurah. (2014). TIVA (*Total Intravenous Anesthesia*). *Jurnal Komplikasi Anestesi*. Vol. 2; No. 1.
- Malamed SF. (2013). *Handbook of Local Anesthesia*. Elsevier Mosby: St. Louis.
- Reves, JG, et al. (2010). *Intravenous Anesthetics*. In: Miller, RD. (eds) *Miller's Anesthesia, 7th ed*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Syarif, A dan Sunaryo. (2012). *Kokain dan Anestesi Lokal Sintetik dalam Farmakologi dan Terapi Ed.5*. Jakarta : Balai Penerbit FKUI.

## **Materi Pembelajaran 5:**

### **A. Judul Materi**

Pengenalan Analisa Gas Darah (AGD).

### **B. Sub Capaian Pembelajaran**

Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan tentang konsep dasar asam basa dan buffer di dalam penerapan ilmu keperawatan anestesiologi (C2, C3).

### **C. Materi Pengantar**

#### **1. Konsep Dasar**

Asam dan Basa merupakan dua golongan zat kimia yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Berkaitan dengan sifat asam basa, larutan dikelompokkan dalam tiga golongan, yaitu bersifat asam, bersifat basa, dan bersifat netral. Asam dan basa memiliki sifat-sifat yang berbeda, sehingga dapat kita bisa menentukan sifat suatu larutan. Sifat asam basa suatu larutan juga dapat ditentukan dengan mengukur pH-nya. pH merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman larutan. Larutan asam memiliki pH kurang dari 7, larutan basa memiliki pH lebih dari 7, sedangkan larutan netral memiliki pH 7. pH suatu larutan dapat ditentukan dengan indikator pH atau dengan pH meter. Menurut penjelasan tersebut menjelaskan tentang keseimbangan asam basa serta berbagai macam faktor atau hal-hal yang berkaitan dengan keseimbangan asam basa. Keseimbangan asam basa merupakan hal yang penting bagi tubuh karena dapat mempengaruhi fungsi organ vital (Viswanatha & Kadek, 2017).

Gangguan keseimbangan asam basa yang berat, dapat mempengaruhi kelangsungan hidup pasien. Derajat keasaman (pH) darah manusia normalnya berkisar antara 7.35 hingga 7.45. Tubuh manusia mampu mempertahankan keseimbangan asam dan basa agar proses metabolisme dan fungsi organ dapat berjalan optimal. Keseimbangan asam basa dalam tubuh manusia diatur oleh dua sistem organ yakni paru dan ginjal (Viswanatha & Kadek, 2017).

#### **2. Asam**

Asam didefinisikan sebagai zat yang dapat memberikan ion  $H^+$  ke zat lain (disebut sebagai donor proton), sedangkan basa adalah zat yang dapat menerima ion  $H^+$  dari zat lain (disebut sebagai akseptor proton). Suatu asam baru dapat melepaskan proton bila ada basa yang dapat menerima proton yang dilepaskan. Satu contoh asam adalah asam hidroklorida (HCL), yang berionasi dalam air membentuk ion-ion hidrogen ( $H^+$ ) dan ion klorida ( $CL^-$ ) demikian juga, asam karbonat ( $H_2CO_3$ ) berionisasi dalam air membentuk ion  $H^+$  dan ion bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) (Viswanatha & Kadek, 2017).

Asam kuat adalah asam yang berdisosiasi dengan cepat dan terutama melepaskan sejumlah besar ion  $H^+$  dalam larutan, contohnya adalah HCL. Asam lemah mempunyai lebih sedikit kecenderungan untuk mendisosiasikan ion-ionnya dan oleh karena itu kurang kuat melepaskan  $H^+$ , contohnya adalah  $H_2CO_3$  (Viswanatha & Kadek, 2017).

### 3. Basa

Basa adalah ion atau molekul yang menerima ion hidrogen. Sebagai contoh, ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), adalah suatu basa karena dia dapat bergabung dengan satu ion hidrogen untuk membentuk asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).<sup>1</sup> Protein- protein dalam tubuh juga berfungsi sebagai basa karena beberapa asam amino yang membangun protein dengan muatan akhir negatif siap menerima ion-ion hidrogen. Protein hemoglobin dalam sel darah merah dan protein dalam sel-sel tubuh yang lain merupakan basa-basa tubuh yang paling penting (Viswanatha & Kadek, 2017).

Basa kuat adalah basa yang bereaksi secara cepat dan kuat dengan  $\text{H}^+$ . Oleh karena itu dengan cepat menghilangkannya dari larutan. Contoh yang khas adalah  $\text{OH}^-$ , yang bereaksi dengan  $\text{H}^+$  untuk membentuk air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Basa lemah yang khas adalah  $\text{HCO}_3^-$  karena  $\text{HCO}_3^-$  berikatan dengan  $\text{H}^+$  secara jauh lebih lemah daripada  $\text{OH}^-$ .<sup>1</sup> Kebanyakan asam dan basa dalam cairan ekstraseluler yang berhubungan dengan pengaturan asam basa normal adalah asam dan basa lemah (Viswanatha & Kadek, 2017).

### 4. Kimia Asam Basa

Tubuh manusia untuk mempertahankan keseimbangannya harus dapat menjaga rentang yang pH sempit untuk mengoptimalkan fungsi sel. Tubuh manusia mempunyai system penyangga (*Buffer System*) dan mekanisme kompensasi untuk dapat menjaga pH antara 7,36 sampai dengan 7,44 pada orang dewasa. Untuk dapat memahami perhitungan pH, perlu kiranya memahami persamaan Henderson-Hasselbach:

$$pH = 6,1 + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

Untuk dapat menjaga pH fisiologis, tubuh harus dapat mempertahankan rasio optimal dari  $\text{HCO}_3^-$  dan tekanan parsial Karbon Dioksida ( $P_a\text{CO}_2$ ), yaitu sejumlah 20 : 1. Rasio ini diatur oleh paru-paru ( $P_a\text{CO}_2$ ) dan ginjal ( $\text{HCO}_3^-$ ). Gangguan asam basa yang berupa penurunan nilai  $\text{HCO}_3^-$  dapat berakibat meningkatkan ventilasi alveolar untuk dapat menjaga rasio tersebut. Setiap perubahan pada keseimbangan asam basa pada dasarnya dapat dikoreksi dengan sistem penyangga dan kompensasi ginjal.

### 5. Keseimbangan Asam Basa

Keseimbangan asam basa adalah suatu keadaan dimana konsentrasi ion hidrogen yang diproduksi setara dengan konsentrasi ion hidrogen yang dikeluarkan oleh sel. Pada proses kehidupan keseimbangan asam pada tingkat molecular umumnya berhubungan dengan asam lemah dan basa lemah, begitu pula pada tingkat konsentrasi ion  $\text{H}^+$  atau ion  $\text{OH}^-$  yang sangat rendah (Abramowitz M, 2014).

Keseimbangan asam basa adalah keseimbangan ion hidrogen. Walaupun produksi akan terus menghasilkan ion hidrogen dalam jumlah sangat banyak, ternyata konsentrasi ion hidrogen dipertahankan pada kadar rendah pH 7,4. Derajat keasaman (pH) darah manusia normalnya berkisar antara 7.35 hingga 7.45. Tubuh manusia mampu mempertahankan keseimbangan asam dan basa agar proses metabolisme dan fungsi organ dapat berjalan optimal. Keseimbangan asam basa dalam tubuh manusia diatur oleh dua sistem organ yakni paru dan ginjal. Paru berperan dalam pelepasan

(eksresi CO<sub>2</sub>) dan ginjal berperan dalam pelepasan asam. Beberapa prinsip yang perlu kita ketahui terlebih dahulu adalah (Seifter JL, 2014) :

- a. Istilah asidosis mengacu pada kondisi pH < 7.35 sedangkan alkalosis bila pH > 7.45
- b. CO<sub>2</sub> (karbondioksida) adalah gas dalam darah yang berperan sebagai komponen asam. CO<sub>2</sub> juga merupakan komponen respiratorik. Nilai normalnya adalah 40 mmHg.
- c. HCO<sub>3</sub> (bikarbonat) berperan sebagai komponen basa dan disebut juga sebagai komponen metabolik. Nilai normalnya adalah 24 mEq/L.
- d. Asidosis berarti terjadi peningkatan jumlah komponen asam atau berkurangnya jumlah komponen basa.
- e. Alkalosis berarti terjadi peningkatan jumlah komponen basa atau berkurangnya jumlah komponen asam.

## **6. Faktor yang Mempengaruhi Keseimbangan Asam Basa**

Pengaturan keseimbangan asam basa diselenggarakan melalui koordinasi dari 3 sistem (Seifter JL, 2014) :

### **a. Sistem Buffer**

Sistem penyangga asam basa kimiawi dalam cairan tubuh, yang dengan segera bergabung dengan asam atau basa untuk mencegah perubahan konsentrasi ion hidrogen yang berlebihan. Sistem buffer ini menetralkan kelebihan ion hidrogen, bersifat temporer dan tidak melakukan eliminasi. Fungsi utama sistem buffer adalah mencegah perubahan pH yang disebabkan oleh pengaruh asam fixed dan asam organik pada cairan ekstraseluler. Sebagai buffer, sistem ini memiliki keterbatasan yaitu (Seifter JL, 2014) :

- 1) Tidak dapat mencegah perubahan pH di cairan ekstraseluler yang disebabkan karena peningkatan CO<sub>2</sub>.
- 2) Sistem ini hanya berfungsi bila sistem respirasi dan pusat pengendali sistem pernafasan bekerja normal.
- 3) Kemampuan menyelenggarakan sistem buffer tergantung pada tersedianya ion bikarbonat.

Sistem buffer memiliki 4 macam (Seifter JL, 2014), yaitu :

- 1) Buffer bikarbonat merupakan sistem dapar di cairan ekstrasel terutama untuk perubahan yang disebabkan oleh non-bikarbonat
- 2) Buffer protein merupakan sistem dapar di cairan ekstrasel dan intrasel
- 3) Buffer hemoglobin merupakan sistem dapar di dalam eritrosit untuk perubahan asam karbonat
- 4) Buffer fosfat merupakan sistem dapar di sistem perkemihan dan cairan intrasel.

Sistem dapar kimia hanya mengatasi ketidakseimbangan asam-basa sementara. Jika dengan buffer kimia tidak cukup memperbaiki ketidakseimbangan, maka pengontrolan pH akan dilanjutkan oleh paru-paru yang berespon secara cepat terhadap perubahan kadar ion H dalam darah akibat rangsangan pada kemoreseptor

dan pusat pernafasan, kemudian mempertahankan kadarnya sampai ginjal menghilangkan ketidakseimbangan tersebut. Ginjal mampu meregulasi ketidakseimbangan ion H secara lambat dengan menskresikan ion H dan menambahkan bikarbonat baru ke dalam darah karena memiliki dapar fosfat dan amonia. Proses eliminasi dilakukan oleh paru dan ginjal. Mekanisme paru dan ginjal dalam menunjang kinerja sistem buffer adalah dengan mengatur sekresi, ekskresi, dan absorpsi ion hidrogen dan bikarbonat serta membentuk buffer tambahan (fosfat, ammonia). Untuk jangka panjang, kelebihan asam atau basa dikeluarkan melalui ginjal dan paru sedangkan untuk jangka pendek, tubuh dilindungi dari perubahan pH dengan sistem buffer. Mekanisme buffer tersebut bertujuan untuk mempertahankan pH darah antara 7,35- 7,45 (Seifter JL, 2014).

#### 1) Sistem Paru

Paru-paru dibawah kendali medula otak, mengendalikan karbondioksida, dan karena itu juga mengendalikan kandungan asam karbonik dari cairan ekstraseluler. Paru-paru melakukan hal ini dengan menyesuaikan ventilasi sebagai respons terhadap jumlah karbon dioksida dalam darah. Kenaikan dari tekanan parsial karbondioksida dalam darah arteri ( $P_{aCO_2}$ ) merupakan stimulan yang kuat untuk respirasi. Tekanan parsial karbondioksida dalam darah arteri ( $P_{aCO_2}$ ) juga mempengaruhi respirasi. Meskipun demikian, efeknya tidak sejelas efek yang dihasilkan oleh  $P_{aCO_2}$  (Abramowitz M, 2014).

Pada keadaan asidosis metabolik, frekuensi pernapasan meningkat sehingga menyebabkan eliminasi karbon dioksida yang lebih besar (untuk mengurangi kelebihan asam). Pada keadaan alkalosis metabolik, frekuensi pernapasan diturunkan, dan menyebabkan penahanan karbondioksida (untuk meningkatkan beban asam) (Seifter JL, 2014).

#### 2) Sistem Ginjal

Ginjal untuk mempertahankan keseimbangan asam basa harus mengeluarkan anion asam non volatile dan mengganti  $HCO_3^-$ . Ginjal mengatur keseimbangan asam basa dengan sekresi dan reabsorpsi ion hidrogen dan ion bikarbonat. Pada mekanisme pengaturan oleh ginjal ini berperan 3 sistem buffer asam karbonat, buffer fosfat dan pembentukan ammonia. Ion hidrogen,  $CO_2$ , dan  $NH_3$  diekskresi ke dalam lumen tubulus dengan bantuan energi yang dihasilkan oleh mekanisme pompa natrium di basolateral tubulus. Pada proses tersebut, asam karbonat dan natrium dilepas kembali ke sirkulasi untuk dapat berfungsi kembali. Tubulus proksimal adalah tempat utama reabsorpsi bikarbonat dan pengeluaran asam (Seifter JL, 2014).

Ion hidrogen sangat reaktif dan mudah bergabung dengan ion bermuatan negative pada konsentrasi yang sangat rendah. Pada kadar yang sangat rendahpun, ion hidrogen mempunyai efek yang besar pada sistem biologi. Ion hidrogen berinteraksi dengan berbagai molekul biologis sehingga dapat mempengaruhi struktur protein, fungsi enzim dan ekstabilitas membrane. Ion hidrogen sangat penting pada fungsi normal tubuh misalnya sebagai pompa

proton mitokondria pada proses fosforilasi oksidatif yang menghasilkan ATP (Abramowitz M, 2014).

Produksi ion hidrogen sangat banyak karena dihasilkan terus menerus di dalam tubuh. Perolehan dan pengeluaran ion hidrogen sangat bervariasi tergantung diet, aktivitas dan status kesehatan. Ion hidrogen di dalam tubuh berasal dari makanan, minuman, dan proses metabolisme tubuh. Di dalam tubuh ion hidrogen terbentuk sebagai hasil metabolisme karbohidrat, protein dan lemak, glikolisis anaerobik atau ketogenesis (Abramowitz M, 2014).

## 7. Penerapan Asam Basa Perioperatif

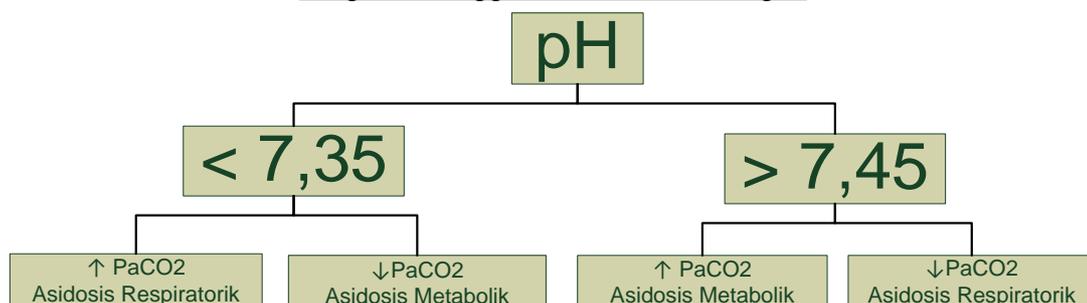
Gas darah arteri membantu kita dalam mendapatkan informasi mengenai tiga proses fisiologis yang menjaga homeostasis pH, yaitu: ventilasi alveolar, oksigenasi, keseimbangan asam basa, ketiga proses ini saling berkaitan. Nilai normal gas darah tertera pada tabel berikut.

	ARTERI	VENA
pH	7,35 – 7,45	7,32 – 7,43
PaO <sub>2</sub>	80 – 100 mmHg	25 – 40 mmHg
PaCO <sub>2</sub>	35 – 45 mmHg	41 – 50 mmHg
HCO <sub>3</sub>	22 – 26 mmol/L	23 – 27 mmol/L
BE	-2 s/d 2 mmol/L	

Komposisi kimia ruang intrasel dan ekstrasel dikontrol dengan ketat untuk memfasilitasi fungsi homeostasis. Termasuk di dalamnya konsentrasi ion hidrogen dan ion hidroksil. Perubahan pada konsentrasi ion-ion tersebut berhubungan dengan problem klinis yang signifikan. Deteksi, interpretasi, dan terapi pada kelainan asam basa menjadi elemen inti dari terapi klinis. Pendekatan fisika dan kimia modern pada keseimbangan asam basa secara signifikan meningkatkan pemahaman kita tentang masalah-masalah tersebut dan menyederhanakan pendekatan klinis (Morgan GE, dkk, 2013).

Abnormalitas asam basa sebaiknya dipandang sebagai akibat dari perubahan biokimia lain pada lingkungan ekstraseluler. Perubahan konsentrasi relatif ion hidrogen tidak begitu penting dibandingkan abnormalitas kimia yang menjadi penyebabnya. Ion hidrogen [H<sup>+</sup>] dan hidroksil [OH<sup>-</sup>] merupakan hasil disosiasi air yang konsentrasinya telah mengalami modulasi untuk mempertahankan kenetralan elektrik tergantung pada konsentrasi lokal ion-ion kuat, asam-asam lemah, dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) (Farhan, dkk, 2015).

Diagram Gangguan Asam Basa Ringan



Faktor-faktor yang dapat menyebabkan asidosis respiratorik atau metabolic dapat diketahui secara klinis saat pH kurang dari 7,2 yang disertai dengan peningkatan Kalium serum, depresi sistem saraf pusat, pelepasan katekolamin, disritmia jantung dan depresi miokardium. Gejala klinis dari Depresi miokardium kadang belum dapat terlihat secara klinis pada pH dibawah 7.1, saat jantung tidak lagi berespon terhadap katekolamin. Asidosis Respiratorik mempunyai efek yang lebih besar daripada asidosis metabolik saat kejadiannya berhubungan dengan disfungsi miokardium. Hal ini terjadi dapat dimungkinkan oleh sifat kelarutan tinggi dari karbon dioksida pada sel sehingga dapat menyebabkan peningkatan asam dengan cepat . Pasien dengan penyakit jantung iskemik atau dengan depresi sistem saraf simpatik seperti efek yang diakibatkan oleh beta blocker atau seperti efek saat dalam kondisi teranestesi dengan Anestesi Umum (*General Anesthesia*) dapat memberikan efek negative terhadap asidosis.

Efek negatif dari alkalosis respiratorik atau metabolik berupa penurunan kalium dalam serum, penurunan pasokan kalsium terionisasi, eksitasi sistem saraf pusat, penurunan aliran darah otak, vasokonstriksi arteri koroner, peningkatan resiko disritmia jantung, peningkatan tahanan jalan nafas dan pada keadaan alkalosis respiratorik terjadi peningkatan *shunting* intrapulmoner dan pergeseran ke kiri dari kurva disosiasi oksihemoglobin yang mengakibatkan penerunan pasokan oksigen jaringan.

#### **D. Latihan**

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, silahkan memahami Analisa gas darah dan system buffer diberbagai referensi seperti jurnal penelitian/artikel/prosiding penelitian untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa.

Carilah referensi tentang Analisa Gas Darah (AGD) dan system buffer, disusun menjadi rangkuman yang menarik!

#### **E. Rangkuman**

Penerapan dan pengaplikasian klinis asam basa pada pemeriksaan analisa gas darah (AGD) periode perioperatif dapat membantu dalam menilai pertukaran gas, kontrol ventilasi, dan keseimbangan asam-basa pasien. AGD juga dapat digunakan sebagai penunjang dalam menegakkan diagnosis, panduan rencana terapi, dan penunjang penatalaksanaan ventilator.

#### **F. Tes Formatif**

##### **Petunjuk:**

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Keseimbangan asam basa adalah.....
  - a. Homeostasis dari kadar ion hidrogen dalam tubuh
  - b. Perpaduan alkalosis metabolik dan alkalosis respirasi
  - c. Perpaduan alkalosis metabolik dan asidosis respirasi

- d. Perpaduan asidosis metabolik dan alkalosis respirasi
  - e. Perpaduan asidosis metabolik, alkalosi metabolik dan alkalosis – alkalosis respirasi
2. Tubuh manusia mempunyai sistem penyangga (*Buffer System*) dan mekanisme kompensasi untuk dapat menjaga pH antara.....
    - a. 7,35 - 7,45
    - b. 7,23 -7,33
    - c. 7,45 - 7,55
    - d. 7,15 -7,20
    - e. 7,30-7,45
  3. Organ yang mengatur keseimbangan asam basa di dalam tubuh manusia adalah...
    - a. Hati dan Paru
    - b. Paru dan Jantung
    - c. Ginjal dan Paru
    - d. Ginjal dan Usus
    - e. Usus dan Paru

#### **G. Umpan Balik atau Tindak Lanjut**

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

#### **H. Kunci Tes Formatif**

1. A. Homeostasis dari kadar ion hidrogen dalam tubuh
2. A. 7,35 - 7,45
3. C. Ginjal dan Paru

#### **I. Daftar Pustaka**

- Abramowitz M. (2014). Acid-Base Balance and Physical Function. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. Vo. 9 (12) : 2030-2032.
- Farhan A.R., Calcarina F.R.W., Bhirowo Y.P. (2015). Aplikasi Klinis Analisa Gas Darah Pendekatan Steward pada Periode Perioperatif. *Jurnal Komplikasi Anestesi*. Vol. 3; No. 1.
- Morgan GE, Mikhail MS & Murray MJ. (2013). Acid Base Balance in *Clinical Anesthesiology*. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill.
- Seifter JL. (2014). Integration of acid–base and electrolyte disorders. *N Engl J Med*. Vol. 371 (19) : 1821–1831.
- Viswanatha P.A., Kadek A.H.P. (2017). *Keseimbangan Asam Basa*. Universitas Udayana: Ilmu Anestesia dan Terapi Intensif.

## **Materi Pembelajaran 6:**

### **A. Judul Materi**

Penerapan Biolistrik pada Elektrokardiogram (EKG).

### **B. Sub Capaian Pembelajaran**

Mahasiswa mampu memahami, menjelaskan, dan mempresentasikan prinsip dasar biolistrik dan biooptik (C5, A5, P5).

### **C. Materi Pengantar**

#### **1. Konsep Dasar**

Biolistrik adalah daya listrik hidup yang terdiri dari pancaran elektronelektron yang keluar dari setiap titik tubuh (titik energi) dan muncul akibat adanya rangsangan penginderaan. Pikiran kita terdiri dari daya listrik hidup, semua daya ini berkumpul didalam pusat akal didalam otak dalam bentuk potensi daya listrik. Dari pusat akal, daya ini kemudian diarahkan ke seluruh anggota tubuh kita, yang kemudian bergerak oleh perangsangannya. Potensi daya listrik hidup ini, yang tertimbun didalam pusat akal harus di tuntut oleh sesuatu supaya mengalir untuk mengadakan gerakan tubuh kita atau bagian-bagian tubuh lainnya (Astawa I.P.A, 2014).

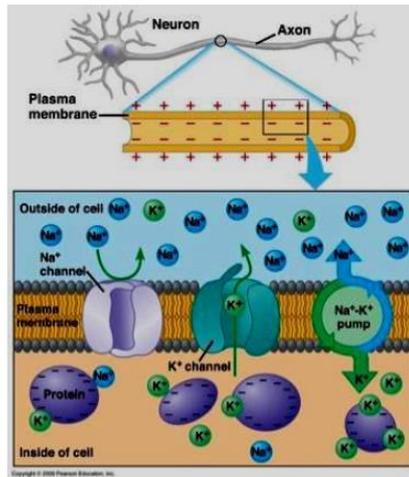
Biolistrik merupakan energi yang dimiliki bersumber dari ATP (*Adenosine Tri Phosphate*), dimana ATP ini di hasilkan oleh salah satu energi yang bernama mitochondria melalui proses respirasi sel. Biolistrik juga merupakan fenomena sel. Sel-sel mampu menghasilkan potensial listrik yang merupakan lapisan tipis muatan positif pada permukaan luar dan lapisan tipis muatan negative pada permukaan dalam bidang batas/membran. Kemampuan sel syaraf (*neurons*) menghantarkan isyarat biolistrik sangat penting. Transmisi sinyal biolistrik (TSB) mempunyai sebuah alat yang dinamakan Dendries yang berfungsi mentransmsikan isyarat dari sensor ke neuron. Aktifitasi bolistrik pada suatu otot dapat menyebar ke seluruh tubuh seperti gelombang pada permukaan air (Astawa I.P.A, 2014).

#### **2. Kelistrikan dalam Tubuh**

Kelistrikan memegang peranan penting dalam bidang kesehatan. Ada dua aspek dalam bidang kesehatan yaitu listrik dan magnet yang timbul dalam tubuh manusia, serta penggunaan listrik dan magnet pada permukaan tubuh manusia. Listrik yang ada pada tubuh kita disebut dengan Biolistrik atau sering diartikan sebagai listrik yang terdapat pada makhluk hidup, yang mana berasal dari kata bio berarti makhluk hidup dan kata listrik. Listrik yang dihasilkan di dalam tubuh berfungsi mengendalikan dan mengoperasikan saraf, otot, dan berbagai organ. Pada dasarnya, semua fungsi dan aktivitas tubuh sedikit banyak melibatkan listrik. Gaya-gaya yang ditimbulkan oleh otot disebabkan tarik-menarik antara muatan listrik yang berbeda. Kerja otot, otak, dan jantung pada dasarnya bersifat elektrik (listrik) (Astawa I.P.A, 2014).

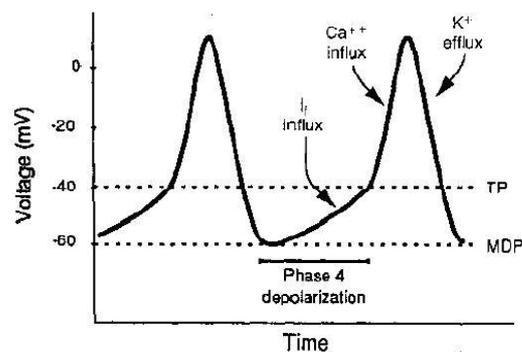
Tegangan listrik terjadi jika ada beda potensial, perbedaan jumlah elektron dari satu sisi ke sisi yang lain mengakibatkan pergerakan elektron untuk mencapai kesetabilan. Proses pergerakan elektron yang justru mengakibatkan terjadinya

perbedaan jumlah mengakibatkan medan listrik selalu aktif. Dalam tubuh juga demikian akan selalu muncul arus listrik, untuk menjaga supaya tegangan dan arus listrik selalu dalam kondisi homeostasis maka harus mengkonsumsi elektrolit secara seimbang. Elektrolit yang sangat berperan dalam tubuh yaitu  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dan  $\text{Ca}^{++}$ . Elektrolit  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  sangat dibutuhkan oleh sel-sel saraf sehingga dapat menghantarkan signal transduksi. Dengan adanya signal transduksi tersebut maka saraf sensorik (penerima rangsang) dan saraf motorik bekerja selaras baik sinergistik maupun antagonistik (Washudi & Tanto, 2016).



Gambar. Sel saraf dengan Pertukaran  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  pada Membran Sel

Gambar di atas lebih memperjelas kepada kita bahwa antara elektrolit di luar sel dan di dalam membran sel mempunyai beda potensial yang disebabkan oleh jumlah muatan ion  $\text{Na}^+$  (luar sel) dan  $\text{K}^+$  (dalam sel) berbeda. Perbedaan ini akan semakin tinggi jika ada perpindahan ion ke dalam atau keluar melalui channel ion yang spesifik. Semakin tinggi beda potensial maka akan mengakibatkan adanya kontraksi pada otot, kontraksi ini disebabkan oleh energi yang dilepas oleh sel akibat adanya beda potensial tersebut. Jika perbedaan ion antara yang di dalam dan di luar sel belum melampaui batas ambang (*threshold*) maka tidak menimbulkan kontraksi pada otot tersebut (Washudi & Tanto, 2016).



Gambar. Jika melampaui batas treshold poin (TP) maka kontraksi akan terjadi

Gambar di atas menunjukkan bagaimana mekanisme kontraksi otot jantung bekerja dengan adanya perpindahan ion  $\text{Ca}^{++}$  dan  $\text{K}^+$  pada sel-sel jantung, sehingga

menimbulkan kontraksi yang poten untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Jika belum mencapai batas *threshold* maka kontraksi tidak optimal dan dan sistem pompa darah akan tidak mampu memenuhi kebutuhan tubuh (Washudi & Tanto, 2016).

Kerja jantung yang ritmis dikendalikan oleh suatu sinyal listrik yang diawali oleh stimulasi spontan sel-sel otot khusus yang terletak di atrium kanan. Sel-sel ini membentuk nodus sinoatrium (SA), atau petnacu jantung, Nodus SA melepaskan sinyal dengan interval teratur sekitar 72 kali per menit; namun, kecepatan pelepasan sinyal ini dapat meningkat atau menurun bergantung pada saraf yang terletak di luar jantung sebagai respons terhadap kebutuhan tubuh akan darah serta rangsangan lainnya. Sinyal listrik dari nodus SA memicu depolarisasi sel-sel otot kedua atrium sehingga keduanya berkontraksi dan memompa darah ke dalam ventrikel. Kemudian terjadi repolarisasi atrium untuk melihat bentuk potensial aksi). Sinyal listrik kemudian berjalan menuju nodus atrioventrikel (AV) yang memicu depolarisasi ventrikel kanan dan kiri sehingga kedua ventrikel berkontraksi dan mendorong darah ke dalam sirkulasi paru dan umum. Otot ventrikel kemudian mengalami repolarisasi dan rangkaian proses ini kembali berulang. Depolarisasi dan repolarisasi otot jantung menyebabkan arus mengalir di dalam badan, menimbulkan potensial listrik di kulit (Astawa I.P.A, 2014).

Ada beberapa sinyal-sinyal listrik yang direkam oleh jantung, diantaranya pemeriksaan elektrokardiogram (EKG); dari otak elektroensefalogram (EEG); dari otot elektromiogram (EMG) dan elektoretinogram (ERG); dari otot mata elektrookulogram (EOG) dan magnetokardiogram (MKG) (Astawa I.P.A, 2014).

### 3. Penerapan dalam Bidang Kesehatan

Aplikasi biooptik pada bidang kesehatan dapat diterapkan di pemeriksaan elektrokardiografi (EKG).

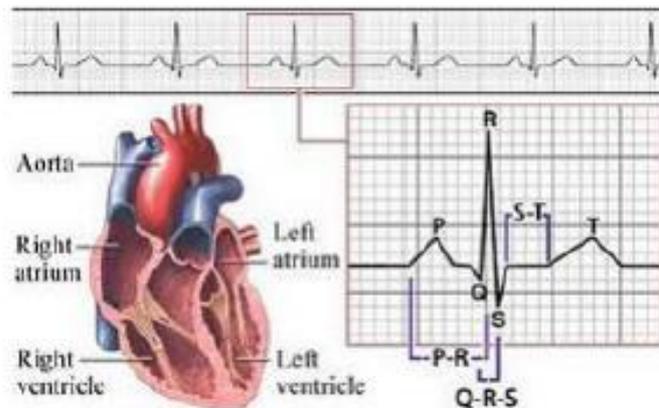
#### a. Pengertian

Elektrokardiografi (EKG) merupakan sinyal fisiologis yang dihasilkan oleh aktifitas kelistrikan jantung. Alat elektrokardiografi merekam besarnya voltase yang dihasilkan oleh *pace marker* (pacu jantung) pada atrium kanan untuk di kirimkan ke seluruh otot jantung sehingga otot jantung dapat bekerja secara simultan untuk memenuhi kebutuhan perfusi darah di seluruh tubuh. Sinyal ini direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf.

Perangkat ini bermacam-macam bentuknya sesuai dengan kepentingan perekaman sinyal EKG yang dilakukan. Misalnya untuk *standard clinical ECG*, menggunakan 12 elektroda, dan peraga yang digunakan berupa kertas rekam EKG, sedangkan untuk *monitoring ECG*, dapat digunakan 1 atau 2 elektroda dengan peraga berupa sinyal.

Hasil rekaman EKG mempunyai bentuk yang spesifik sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kondisi kesehatan jantung seseorang oleh dokter ahli jantung. Sinyal EKG mempunyai tegangan sampai 0,3mV dan rentang frekuensi antara 0,03 – 100 Hz. Sinyal ini dideteksi dan direkam menggunakan perangkat elektrokardiografi. Pada dasarnya EKG terdiri dari

banyak gelombang, yang tiap gelombang mewakili satu denyut jantung (satu kali aktifitas listrik jantung).



Gambar. Gelombang sinyal EKG

b. Penggunaan Umum EKG

Pemeriksaan EKG berguna untuk mengetahui: aritmia, fungsi alat pacu jantung, gangguan konduksi interventrikuler, pembesaran ruangan-ruangan jantung, IMA, iskemik miokard, penyakit perikard, gangguan elektrolit, pengaruh obat-obatan seperti digitalis, kinidin, kinine, dan berbagai kelainan lain seperti penyakit jantung bawaan, korpulmonale, emboli paru, mixedema.

c. Sadapan/ *Lead* EKG

Rekaman EKG dapat diperlihatkan apabila dipasang elektroda-elektroda di kulit pada tempat-tempat tertentu. Lokasi penempatan elektroda sangat penting diperhatikan, karena penempatan yang salah akan menghasilkan pencatatan yang berbeda. Fungsi dasar dari elektroda adalah mendeteksi sinyal kelistrikan jantung. Dengan kata lain sebagai transduser untuk mengkonversi informasi biologis menjadi sinyal elektrik yang dapat diukur. Transduser ini dipakai dengan menggunakan *interface jelly elektroda-electrolyte*. Dengan menggunakan elektroda Ag/AgCl mengurangi noise dengan frekuensi rendah pada sinyal ECG yang terjadi karena pergerakan. Dalam pengambilan sinyal elektrokardiografi terdapat berbagai metode yang bisa dilakukan yaitu :

1) *Standard Clinical EKG*

Menggunakan 10 elektroda (12 lead) digunakan untuk menganalisis kondisi kesehatan jantung pasien.

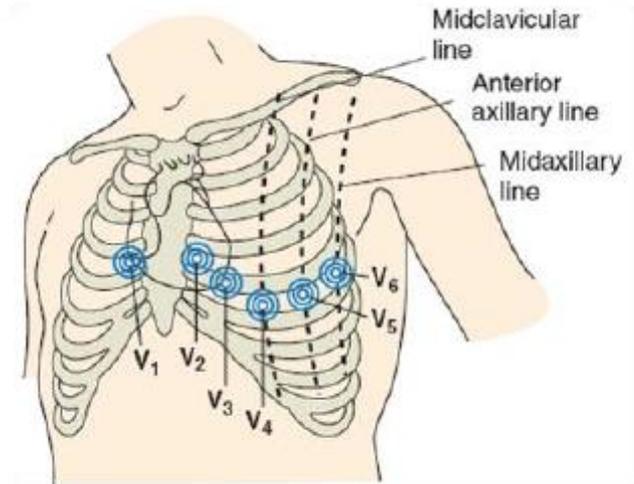
2) *Vectorcardiogram/ Standart Monitoring*

Pemodelan potensial tubuh sebagai vektor 3 dimensi dengan menggunakan sadapan bipolar (Einthoven) atau Unipolar. Pengambilan sinyal jantung melalui 3 titik tertentu pada tubuh, yang digunakan untuk memantau kondisi kesehatan jantung pasien dalam jangka waktu tertentu.

Selain pengambilan sinyal EKG, terdapat juga 3 jenis sadapan (lead) pada EKG, yaitu :

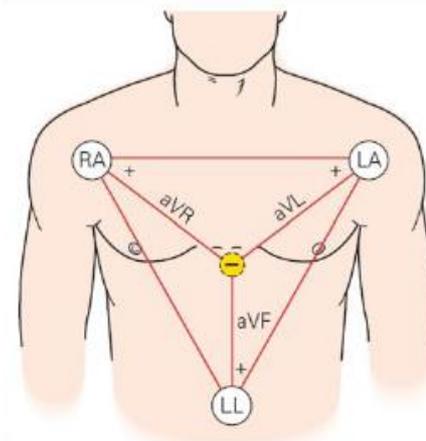
1) Sadapan Prekordial

Merupakan sadapan V1, V2, V3, V4, V5, dan V6 yang ditempatkan secara langsung di dada.



- Sadapan V1 ditempatkan di ruang intercostal IV di kanan sternum.
- Sadapan V2 ditempatkan di ruang intercostal IV di kiri sternum.
- Sadapan V3 ditempatkan di antara sadapan V2 dan V4.
- Sadapan V4 ditempatkan di ruang intercostal V di linea (sekali pun detak apeks berpindah).
- Sadapan V5 ditempatkan secara mendatar dengan V4 di linea axillaris anterior.
- Sadapan V6 ditempatkan secara mendatar dengan V4 dan V5 di linea midaxillaris.

2) Sadapan Unipolar

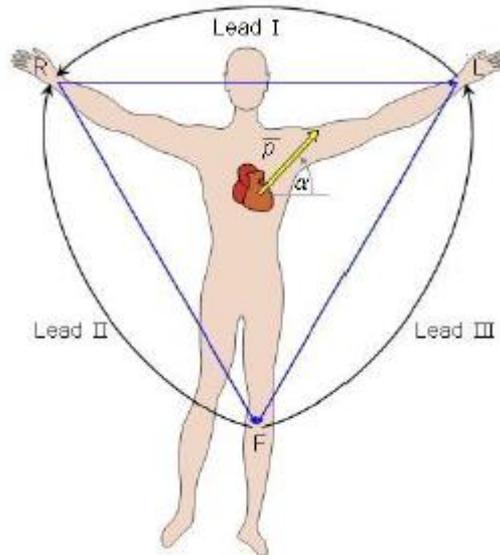


- aVR : merekam potensial listrik pada tangan kanan (RA) yang bermuatan (+), dan elektroda (-) gabungan tangan kiri dan kaki kiri membentuk elektroda indifiren.

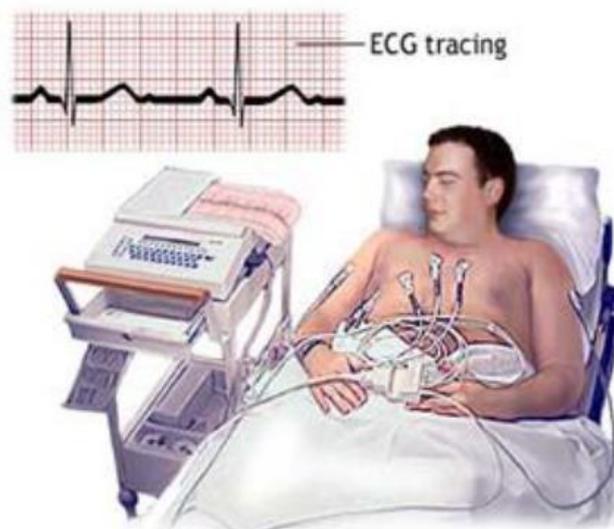
- aVL : merekam potensial listrik pada tangan kiri (LA) yang bermuatan (+), dan muatan (-) gabungan tangan kanan dan kaki kiri membentuk elektroda indifiren.
- aVF : merekam potensial listrik pada kaki kiri (LF) yang bermuatan (+) dan elektroda (-) dari gabungan tangan kanan dan kaki kiri membentuk elektroda indifiren.

### 3) Sadapan Bipolar

Merekam perbedaan potensial dari 2 elektroda, yang ditandai dengan angka romawi I, II dan III.

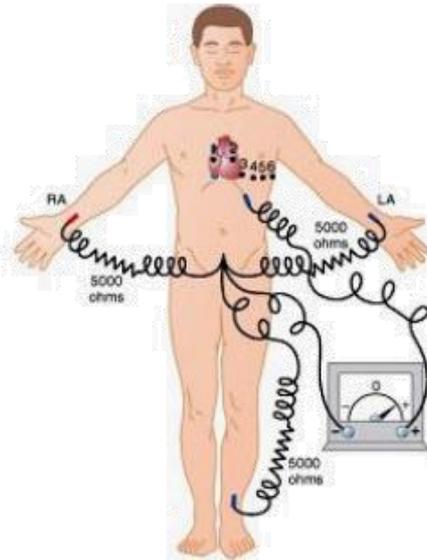


- Lead I : merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) yang bermuatan negatif (-) tangan kiri bermuatan positif (+).
- Lead II : merekam beda potensial antara tangan kanan (-) dengan kaki kiri (LF) yang bermuatan (+).
- Lead III : merekam beda potensial antara tangan kiri (LA) yang bermuatan (-) dan kaki kiri (+).



Gambar. Pemasangan sadapan ECG pada dada

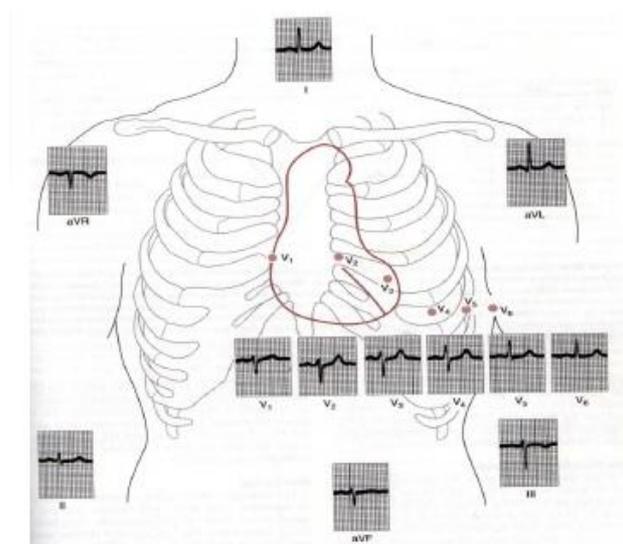
Gambar di atas sadapan digunakan untuk menggambarkan sistem konduksi pada area jantung bagian anterior, medial dan lateral.



© Elsevier. Guyton & Hall: Textbook of Medical Physiology 11e - www.studentconsult.com

Gambar. Sadapan EKG pada semua area

Gambar di atas menunjukkan bagaimana letak sadapan EKG secara menyeluruh, dalam hal ini kita dapat merekam lokasi superior kanan dan kiri serta daerah inferior (apex). Kelainan yang di gambarkan oleh rekaman EKG menunjukkan kelainan sistem konduksi, yaitu sistem kelistrikan pada EKG. Jika dalam kelistrikan menunjukkan hambatan atau pemanjangan maka menunjukkan gambaran kontraksi untuk pemompaan jantung tidak optimal.



Gambar. Sadapan dan Kertas EKG

#### D. Latihan

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, silahkan memahami penerapan biolistrik pada ilmu keperawatan anestesiologi khususnya pemeriksaan EKG diberbagai referensi seperti jurnal penelitian/artikel/prosiding penelitian untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa.

Carilah referensi tentang penerapan biolistrik pada ilmu keperawatan anestesiologi, disusun menjadi rangkuman yang menarik!

#### E. Rangkuman

Biolistrik merupakan energi yang dimiliki bersumber dari ATP (*Adenosine Tri Phosphate*), dimana ATP ini di hasilkan oleh salah satu energi yang bernama mitochondria melalui proses respirasi sel. Biolistrik juga merupakan fenomena sel. Sel-sel mampu menghasilkan potensial listrik yang merupakan lapisan tipis muatan positif pada permukaan luar dan lapisan tipis muatan negative pada permukaan dalam bidang batas/membran.

#### F. Tes Formatif

##### Petunjuk:

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Sebelum dilakukan tindakan pembiusan pasien dilakukan pemeriksaan tekanan darah dengan hasil 120/80 mmHg. Hasil tekanan darah pada angka pertama (120) menunjukkan tekanan ke atas pembuluh arteri akibat denyutan jantung yang disebut dengan.....
  - a. Tekanan atrium jantung
  - b. Tekanan systole
  - c. Tekanan ventrikel jantung
  - d. Tekanan diastole
  - e. Tekanan arterial
2. Pasien laki-laki usia 35 tahun melakukan pengukuran tekanan darah dan hasilnya 140/80 mmHg. Angka diastole (80) menunjukkan.....
  - a. Tekanan pada dinding arteri dan pembuluh darah akibat mengendurnya otot ventrikel jantung
  - b. Tekanan darah di atrium
  - c. Darah yang keluar dari atrium
  - d. Otot jantung waktu mengembang
  - e. Tekanan ke atas pembuluh arteri akibat denyutan jantung
3. Komunikasi listrik jantung dimulai dengan potensial aksi pada sel autoritmik. Struktur yang menyusun sistem penghantar jantung yaitu.....
  - a. Nodus sinoatrial (nodus SA), nodus atrioventrikel (nodus AV), sel otot jantung miokardium dan sistem purkinje
  - b. Nodus sinoatrial (nodus SA), sel otot jantung miokardium, berkas his (bundle of his) dan sistem purkinje

- c. Nodus sinoatrial (nodus SA), nodus atrioventrikel (nodus AV), berkas his (bundle of his) dan sistem purkinje
- d. Nodus sinoatrial (nodus SA), nodus atrioventrikel (nodus AV), berkas his (bundle of his) dan sel otot jantung miokardium
- e. Nodus atrioventrikel (nodus AV), sel otot jantung miokardium, berkas his (bundle of his) dan sistem purkinje

#### **G. Umpan Balik atau Tindak Lanjut**

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

#### **H. Kunci Tes Formatif**

1. B. Tekanan systole
2. A. Tekanan pada dinding arteri dan pembuluh darah akibat mengendurnya otot ventrikel jantung
3. C. Nodus sinoatrial (nodus SA), nodus atrioventrikel (nodus AV), berkas his (bundle of his) dan sistem purkinje

#### **I. Daftar Pustaka**

- Astawa I.P.A. (2014). *Bahan Ajar Kimia Biofisik "Biolistrik Tubuh"*. Universitas Udayana.
- Masud, I. (2016). *Dasar-dasar Fisiologi Kardiovaskuler*. Jakarta : EGC.

## Materi Pembelajaran 7:

### A. Judul Materi

Penerapan Bioptik pada Pemeriksaan Visus Mata.

### B. Sub Capaian Pembelajaran

Mahasiswa mampu memahami, menjelaskan, dan mempresentasikan prinsip dasar biolistik dan biooptik (C5, A5, P5)..

### C. Materi Pengantar

#### 1. Konsep Dasar

Bioptik merupakan susunan atas kata bio dan optik. Bio berkaitan dengan makhluk hidup/zat hidup atau bagian tertentu dari makhluk hidup, sedangkan optik dikenal sebagai bagian ilmu fisika yang berkaitan dengan cahaya atau berkas sinar. Fokus utama di biooptik adalah terkait dengan indera penglihatan manusia, yaitu mata. Mata menjadi alat optik yang paling penting pada manusia atau makhluk hidup. Sebagian besar pengetahuan kita tentang dunia di sekeliling kita didapat melalui mata. Perasaan tidak berdaya yang muncul saat kita terperangkap dalam kegelapan di lingkungan yang asing merupakan petunjuk kuat akan ketergantungan kita pada penglihatan. Indra penglihatan terdiri dari tiga komponen utama (Malau N.D, 2019):

- a. Mata yang memfokuskan bayangan dari dunia luar ke retina
- b. Sistem syaraf mata yang memberi informasi ke otak
- c. Korteks penglihatan salah satu bagian yang menganalisa penglihatan tersebut.
- d. Kebutaan akan terjadi apabila salah satu dari ketiganya tidak berfungsi.

#### 2. Aplikasi Biooptik pada Bidang Kesehatan

Aplikasi biooptik pada bidang kesehatan dapat diterapkan di pemeriksaan visus mata. Visus sendiri merupakan ketajaman penglihatan. Pemeriksaan visus merupakan pemeriksaan untuk melihat ketajaman penglihatan. Cedera dan penyakit mata bisa mempengaruhi penglihatan. Kejernihan penglihatan bisa disebut ketajaman visus, yang berkisar dari penglihatan penuh sampai tampak penglihatan. Jika ketajaman menurun, penglihatan menjadi kabur. Ketajaman penglihatan biasanya diukur dengan skala yang membandingkan penglihatan seseorang pada jarak 6 meter dengan seseorang yang memiliki ketajaman penuh. Visus 6/6 artinya seseorang melihat benda jarak 6 meter dengan tajam penuh (Fachrian dalam Tamboto, 2015).

Pemeriksaan visus mata dilakukan dengan beberapa teknik diantaranya:

- a. Penderita diminta duduk pada jarak 5 atau 6 meter tepat di depan kartu Snellen.
- b. Apabila penderita berkaca mata, mintalah untuk melepas kaca matanya.
- c. Biasakanlah memeriksa mata kanan lebih dahulu, baru kemudian mata kiri.
- d. Mintalah penderita untuk menutup mata kirinya dengan telapak tangannya, tanpa tekanan. Penderita diminta melihat ke depan dengan santai, tanpa melirik atau mengerutkan kelopak mata.
- e. Mintalah penderita untuk menyebutkan huruf atau karakter lain yang tertera pada optotip Snellen, mulai dari atas sampai ke bawah.

- f. Bilamana penderita hanya dapat mengenali sampai pada huruf-huruf baris berkode 20 meter misalnya, dan penderita ke kartu berjarak 5m, maka visusnya  $5/20$  (jangan disingkat menjadi  $1/4$ ). Kalau di barisan itu ada beberapa yang salah sebut, tambahkan huruf S (salah) atau F (false).
- g. Bila huruf yang terbesar (berkode 60 m) tidak terbaca, dekatkan kartu pada penderita, atau sebaliknya. Misalnya dengan mendekatkan sampai 2m baru bisa dikenali, maka tajam penglihatan  $2/60$ . Tetapi ini tidak praktis, sehingga bisa langsung ke langkah f.
- h. Bila tulisan terbesar tidak dapat dibaca, mintalah penderita untuk menghitung jari yang anda acungkan mulai dari 1 m, kemudian semakin mundur hingga jarak terjauh yang dapat dilihat penderita (misalnya  $1/60$ ,  $2/60$ ,  $3/60$ ).
- i. Bila penderita tidak dapat menghitung jari anda dari jarak 1 m, lakukan pemeriksaan goyangan tangan. Goyangkan tangan anda di depan mata penderita dan mintalah penderita mengatakan arah goyangannya vertikal/horizontal (atas bawah atau kanan kiri).
- j. Bila penderita tidak dapat melihat goyangan tangan anda, lakukanlah pemeriksaan dengan lampu senter. Nyalakan lampu senter di depan mata penderita dan mintalah penderita menyebutkan apakah senter menyala dan dari arah mana.
- k. Menghitung jari, goyangan tangan, cahaya oleh mata normal dapat dikenal pada jarak berturut-turut 60 m, 300 m, dan jarak tak terhingga, sehingga tajam penglihatannya dituliskan berturut-turut  $1/60$ ,  $1/300$ , atau  $1/\text{tak terhingga}$ . Apabila pasien bisa menghitung jari 2 meter, maka tajam penglihatan  $2/60$  (FC 2, *finger counting* 2m), jika bisa melihat lambaian tangan 1 meter, maka tajam penglihatan  $1/300$  atau HM (*Hand movement*), apabila hanya bisa melihat cahaya dengan jarak 1 meter dinyatakan LP1 (*Light Perception* 1 m) dan apabila pasien tidak bisa melihat cahaya dinyatakan NLP (*No Light Perception*, visus nol).
- l. Bila tajam penglihatan hanya persepsi cahaya saja, sebutkan juga apa masih dapat mengenal dari arah mana cahaya datang, dan sebutkan proyeksi cahaya baik bila dapat diperiksa dari semua arah.
- m. Persepsi warna dikerjakan dengan menutup mata yang akan diperiksa dengan gelas warna merah dan hijau bergantian sambil disinari dengan senter. Pasien dimina menyebutkan warna cahaya yang dilihatnya.
- n. Lakukan hal yang sama pada mata kiri.

#### D. Latihan

Setelah mahasiswa membaca materi dengan seksama, silahkan memahami penerapan biooptik pada ilmu keperawatan anesthesiologi khususnya pemeriksaan visus mata diberbagai referensi seperti jurnal penelitian/artikel/prosiding penelitian untuk mengukur keberhasilan pemahaman mahasiswa.

Carilah referensi tentang penerapan biooptik pada ilmu keperawatan anesthesiologi, disusun menjadi rangkuman yang menarik!

## G. Rangkuman

Aplikasi biooptik pada bidang kesehatan dapat diterapkan di pemeriksaan visus mata. Visus sendiri merupakan ketajaman penglihatan. Pemeriksaan visus merupakan pemeriksaan untuk melihat ketajaman penglihatan.

## H. Tes Formatif

### Petunjuk:

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada pilihan jawaban yang benar.

1. Bio-optik adalah ilmu yang mempelajari tentang fungsi.....
  - a. Analisis keterkaitan fisika dan biologi dengan kondisi lingkungan
  - b. Analisis gayadan hukum fluida dalam tubuh
  - c. Analisis konsep cahaya dalam fisika dan dampaknya pada manusia
  - d. Analisis dan prediksi sifat dan material biologis yang tidak dapat dilihat kasat mata
  - e. Analisis bunyi dan dampaknya pada sel makhluk hidup
2. Pada pasien laki-laki usia 35 tahun maka dapat dilakukan koreksi lensa agar indera penglihatan dapat melihat jauh dengan jelas menggunakan lensa.....
  - a. Lensa konvergen
  - b. Lensa bikonveks
  - c. Lensa cekung
  - d. Lensa silindris
  - e. Lensa cembung

## I. Umpan Balik atau Tindak Lanjut

Tugas mahasiswa setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban. Mahasiswa dinyatakan tuntas belajar manakala menjawab benar semua nomor soal. Bila nilai mahasiswa kurang dari yang ditentukan/dipersyaratkan, dipersilahkan membaca ulang materi dengan teliti. Dan apabila mahasiswa belum memahami materi, dipersilahkan bertanya ke teman kerja kelompok ataupun dosen pengampu.

## J. Kunci Tes Formatif

1. D. Analisis dan prediksi sifat dan material biologis yang tidak dapat dilihat kasat mata
2. C. Lensa cekung

## K. Daftar Pustaka

- Tamboto, F.C.P. (2015). Gambaran Visus Mata Pada Senat Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal e-Biomedik*. Vol. 3; No. (3).
- Washudi., Tanto Hariyanto. (2016). *Biomedik Dasar (Anatomi, Fisiologi, Biokimia, Fisika, Biologi)*. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Modul praktikum mata ajar Fisika dan Biokimia Anestesi prodi Keperawatan Anesthesiologi Program Sarjana Terapan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta tahun ajaran 2021/2022 ini merupakan panduan bagi mahasiswa dalam pengembangan proses belajar mengajar pada mata ajar tersebut. Diharapkan dengan adanya modul praktikum ini pelaksanaan proses belajar mengajar dapat berjalan lancar, terarah, terpadu, dan terkendali.



**Lampiran. Laporan Makalah**

**LAPORAN TUGAS KE-1**

***RESUME EBOOK CHEMISTRY AND PHYSICS FOR NURSE ANESTHESIA***

” ..... “

*(Isi sesuai judul yang didapatkan kelompok)*

**Dosen Pengampu:**

**dr. Joko Murdiyanto, Sp.An., MPH**

Untuk Memenuhi Tugas dari Mata Kuliah  
Fisika dan Biokimia Anestesi



**Disusun oleh:**

**Kelompok .....**

1. .... (NIM)
2. .... (NIM)
3. .... (NIM)

**PROGRAM STUDI KEPERAWATAN ANESTESIOLOGI**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN**

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN**

**UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTA**

**2022**

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

- 1.1 Latar Belakang**
- 1.2 Rumusan Masalah**
- 1.3 Tujuan Penulisan**
- 1.4 Manfaat**

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

- 1.1 Hasil Pembahasan**

**BAB III**  
**KESIMPULAN**

- 3.1 Kesimpulan**

**DAFTAR PUSTAKA**