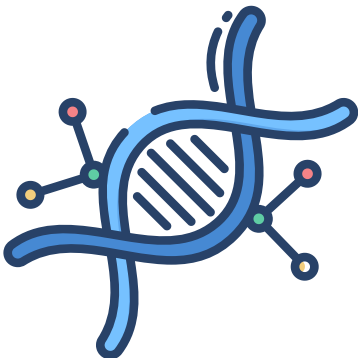


BIOKIMIA DAN FISIKA DALAM KEBIDANAN

PENULIS :

- Siswi Wulandari
- Aliyah Fahmi
- Chusnul Zulaika
- Yuli Admasari
- Andri Tri Kusumaningrum
- Arshy Prodyanatasari
- Fahmy Rinanda Saputri
- Andi Budirohmi



BIOKIMIA DAN FISIKA DALAM KEBIDANAN

**Siswi Wulandari
Aliyah Fahmi
Chusnul Zulaika
Yuli Admasari
Andri Tri Kusumaningrum
Arshy Prodyanatasari
Fahmy Rinanda Saputri
Andi Budirohmi**



GET PRESS INDONESIA

BIOKIMIA DAN FISIKA DALAM KEBIDANAN

Penulis :

Siswi Wulandari
Aliyah Fahmi
Chusnul Zulaika
Yuli Admasari
Andri Tri Kusumaningrum
Arshy Prodyanatasari
Fahmy Rinanda Saputri
Andi Budirohmi

ISBN : 978-623-198-955-0

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Penyunting : Ilda Melisa, Amd.Kep

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Januari 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Biokimia Dan Fisika Dalam Kebidanan ini.

Buku ini membahas Aspek kimia dalam tubuh, Metabolisme karbohidrat, lipid dan asam amino, Konsep laboratorium klinik dan pemeriksaannya, Hukum thermodinamika dalam pelayanan kebidanan, Pengaturan suhu tubuh, Hydrodinamika dan penerapannya dalam pelayanan kebidanan, Teori gelombang, Asam Basa dalam Tubuh Kehidupan.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 ASPEK KIMIA DALAM TUBUH.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Pengenalan tentang Pentingnya Memahami Aspek Kimia dalam Tubuh Manusia	2
1.2.1 Pentingnya kimia dalam tubuh manusia	2
1.2.2 Ketidakseimbangan Kimia.....	6
1.3 Komponen Kimia dalam Tubuh Manusia dan Peranannya	7
DAFTAR PUSTAKA.....	9
BAB 2 METABOLISME KARBOHIDRAT, LIPID DAN ASAM AMINO.....	11
2.1 Pendahuluan.....	11
2.2 Metabolisme Karbohidrat	12
2.3 Metabolisme Lipid.....	14
2.4 Metabolisme Asam amino	19
2.5 Hubungan Antara Metabolisme Karbohidrat, Lipid dan Asam Amino	24
DAFTAR PUSTAKA.....	28
BAB 3 KONSEP LABORATORIUM DAN PEMERIKSAANNYA.....	31
3.1 Pendahuluan.....	31
3.2 Konsep Dasar Laboratorium Klinik.....	32
3.2.1 Definisi Laboratorium Klinik	32
3.2.2 Klasifikasi Laboratorium Klinik	33
3.3 Jenis – Jenis Pemeriksaan Laboratorium	38
3.3.1 Hitung Darah Lengkap.....	38
3.3.2 Prothrombin Time	39
3.3.3 Tes Darah Panel Metablik Dasar	40
3.3.4 Pemeriksaan Albumin dalam Darah	41
3.3.5 Pemeriksaan Asam Urat.....	41

3.3.6 Pemeriksaan Kolesterol, HDL Kolesterol, Trigliserida	42
3.3.7 Pemeriksaan Glukosa	43
3.3.8 Pemeriksaan Golongan Darah.....	44
3.3.9 Pemeriksaan HbsAg.....	45
3.3.10 Pemeriksaan Kehamilan	45
3.3.11 Pemeriksaan Urin Rutin	45
3.3.12 Pemeriksaan Napza	46
DAFTAR PUSTAKA	47
BAB 4 HUKUM TERMODINAMIKA DALAM PELAYANAN KEBIDANAN.....	49
4.1 Pengertian	49
4.2 Sistem dalam Termodinamika	50
4.2.1 Sistem Terbuka.....	50
4.2.2 Sitem Tertutup.....	50
4.2.3 Sistem Terisolasi	51
4.3 Hukum-Hukum Termodinamika	51
4.3.1 Hukum Awal (Zeroth Law) Termodinamika	51
4.3.2 Hukum Termodinamika I (Kekekalan Energi)	51
4.3.3 Hukum Termodinamika II (Arah Reaksi Sistem)	52
4.3.4 Hukum Termodinamika III.....	52
4.4 Penerapan Termodinamika dalam Kebidanan.....	53
4.4.1 Penerapan Ernegi Panas.....	53
4.4.2 Penerapan Energi Dingin.....	56
4.4.3 Thermografi untuk diagnosis	57
DAFTAR PUSTAKA	58
BAB 5 PENGATURAN SUHU TUBUH	59
5.1 Pengertian	59
5.1.1 Prinsip dan Mekanisme dari Termoregulasi.....	60
5.1.2 Pengaturan Suhu Tubuh.....	63
5.1.3 Konsep “ set point” Untuk Pengaturan Temperatur	65
5.1.4 Gangguan Pengaturan Suhu Tubuh	65
5.1.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Suhu Tubuh	66
5.2 Kontrol Feedback Negatif Pada Suhu Tubuh.....	67
5.3 Lokasi Pengukuran Suhu Tubuh.....	71
5.4 Mekanisme Penurunan Temperatur Bila Tubuh Terlalu Panas.....	74

5.5	Febris	75
	DAFTAR PUSTAKA	81
BAB 6 HIDRODINAMIKA DAN PENERAPANNYA		
DALAM PELAYANAN KEBIDANAN		83
6.1	Definisi Hidrodinamika	83
6.2	Massa Jenis	84
6.3	Darah	85
6.4	Urine	87
6.5	Tekanan	89
6.6	Tekanan Darah.....	90
6.7	Tekanan pada Infus	93
6.8	Tekanan Saat Injeksi	95
6.9	Tekanan Bola Mata	98
6.10	Viskositas, Debit, dan Hukum Poiseuille	99
6.11	Aliran Laminar dan Turbulen.....	101
	DAFTAR PUSTAKA	104
BAB 7 TEORI GELOMBANG.....		107
7.1	Pendahulun	107
7.2	Gelombang	109
7.2.1	Panjang Gelombang	110
7.2.2	Frekuensi	110
7.2.3	Kecepatan Gelombang	111
7.2.4	Amplitudo.....	111
7.2.5	Frekuensi angular	112
7.2.6	Nomor Gelombang	113
7.3	Ultrasonik dan Akustik	113
7.4	Efek Doppler	115
7.5	Alat Kebidanan yang Berhubungan dengan	
	Teori Gelombang.....	118
7.5.1	Ultrasonografi Doppler	118
7.5.2	Cardiotocography.....	122
	DAFTAR PUSTAKA	128
BAB 8 ASAM DAN BASA DALAM KEHIDUPAN.....		129
8.1	Pendahuluan.....	129
8.2	Kaidah Asam Basa Menurut Arrhenius.....	130
8.3	Kaidah Asam Basa Menurut Bronsted-Lowry.....	130
8.4	Larutan Asam basa Dalam Air	131

8.5 Asam poliprotik.....	132
8.6 Kekuatan Asam dan Basa Kuat	132
8.7 Leveling Effect	133
8.8 Leveling and Differentiating Solvents	133
8.9 Jenis pelarut berdasarkan interaksi proton	134
8.10 Reaksi Asam-Basa dalam Larutan Garam dalam Air	135
8.11 Petunjuk Asam dan Basa	136
8.12 Asam Poliprotik (Berbasa Banyak) Lemah	137
8.13 Penerapan Asam Basa Dalam Industri	137
8.14 Contoh Aplikasi Asam Basa Dalam Kehidupan	138
DAFTAR PUSTAKA	140
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Reaksi transaminase asam amino dengan alfa-asam keto.....	22
Gambar 2.2.	Reaksi deaminasi oksidatif glutamate.....	22
Gambar 2.3.	Struktur kimia urea	23
Gambar 2.4.	Proses metabolisme lemak, karbohidrat dan protein secara umum.....	25
Gambar 2.5.	Jalur katabolik karbohidrat	26
Gambar 3.1.	Laboratorium Medis.....	33
Gambar 3.2.	Microbiology klinik.....	35
Gambar 3.3.	Parasitologi Klinik	36
Gambar 3.4.	Patologi Anatomi	37
Gambar 3.5.	Pemeriksaan Golongan Darah.....	45
Gambar 5.1.	Diagram efektor pengaturan suhu pada kulit, otot dan arteri	68
Gambar 5.2.	Termometer Rectal	71
Gambar 5.3.	Termometer Oral.....	72
Gambar 5.4.	Termometer Oral.....	72
Gambar 5.5.	Termometer Aksila	73
Gambar 5.6.	Termometer Aural Atau Telinga	74
Gambar 5.7.	Mekanisme Endogenous Pyrogen (EP) Dalam Patogenesis.....	76
Gambar 6.1.	Komponen darah setelah dilakukan Proseas Pengendapan.....	86
Gambar 6.2.	Warna Urine	88
Gambar 6.3.	Urin dalam wadah	89
Gambar 6.4.	Peredaran darah	90
Gambar 6.5.	Spygnomanometer	92
Gambar 6.6.	Pemasangan Infus	94
Gambar 6.7.	$P_{infus} > P_{pembuluh\ darah}$	95
Gambar 6.8.	$P_{infus} < P_{pembuluh\ darah}$	95
Gambar 6.9.	Beberapa metode injeksi.....	96
Gambar 6.10.	Injeksi Intramuskular	96
Gambar 6.11.	Posisi injeksi dan besar tekanan yang diterima	98
Gambar 6.12.	Tonometer	98

Gambar 6.13. Aliran Laminar dan Turbulen.....	102
Gambar 6.14. Perubahan aliran laminar menjadi turbulen ketika luas penampang diperkecil dan kecepatan diperbesar.....	102
Gambar 7.1. Pengukuran kecepatan gelombang ultrasonik	115
Gambar 7.2. Ilustrasi Efek Doppler	116
Gambar 7.3. Ultrasonografi Doppler	120
Gambar 7.4. Continuous and pulse-wave Doppler.....	121
Gambar 7.5. Indirect (External monitoring)	123
Gambar 7.6. Direct (Internal monitoring).....	123
Gambar 7.7. Pattern hasil pemeriksaan CDG.....	124
Gambar 7.8. Illustration of NST	125
Gambar 8.1. Contoh Asam	138
Gambar 8.2. Contoh Basa.....	139

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jenis sampel yang diperiksa untuk mendeteksi adanya parasit.....	36
Tabel 3.2. Hasil hitung darah lengkap normal untuk laki-laki dan perempuan.....	38
Tabel 3.3. Kadar kolesterol Normal menurut Umur dan gender.....	43
Tabel 5.1. Suhu tubuh yang kurang stabil pada anak – anak.....	59
Tabel 5.2. Variasi suhu tubuh pada orang yang sama	60
Tabel 6.1. Massa jenis zat	85
Tabel 6.2. Susunan Plasma Darah.....	86
Tabel 6.3. Hubungan antara tekanan dan tegangan dari pembuluh darah	91
Tabel 6.4. Koefisien viskositas fluida.....	99

BAB 1

ASPEK KIMIA DALAM TUBUH

Oleh Siswi Wulandari

1.1 Pendahuluan

Aspek kimia dalam tubuh manusia adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam pemahaman tentang kesehatan dan fungsi tubuh kita. Tubuh manusia adalah sebuah laboratorium biokimia yang kompleks, di mana berbagai reaksi kimia terjadi setiap saat untuk menjaga kehidupan dan keseimbangan. Dari molekul-molekul yang membentuk sel-sel kita hingga berbagai senyawa kimia yang mengatur sistem-sistem fisiologis, pemahaman tentang kimia dalam tubuh manusia sangatlah penting.

Dalam bab ini, kita akan memasuki dunia yang menakjubkan dari molekul-molekul dan senyawa kimia yang bekerja sama dengan sempurna untuk menjaga tubuh manusia tetap berfungsi. Kita akan menjelajahi peran penting molekul seperti protein, lipid, dan karbohidrat dalam metabolisme dan energi. Selain itu, kita akan menggali keterlibatan enzim dalam proses-proses biokimia yang terjadi di sel-sel kita.

Namun, tidak hanya senyawa-senyawa organik yang memiliki peran utama. Ion-ion seperti kalsium, natrium, dan kalium juga memegang peran kunci dalam menjaga keseimbangan elektrolit dan fungsi selular yang tepat. Selain itu, kita akan mengulas pentingnya vitamin dan mineral sebagai kofaktor dalam reaksi-reaksi biokimia dan menjaga kesehatan secara keseluruhan.

Dengan memahami aspek kimia dalam tubuh manusia, kita akan dapat mengapresiasi betapa luar biasanya kompleksnya proses-proses yang terjadi setiap saat di dalam tubuh kita. Pengetahuan ini juga akan memberikan dasar yang kuat untuk memahami penyakit-penyakit yang terkait dengan

ketidakseimbangan kimia dan bagaimana mencegah serta mengobatinya.

Mari kita memulai perjalanan kita ke dalam dunia yang menarik dan penuh makna dari kimia dalam tubuh manusia.

1.2 Pengenalan tentang Pentingnya Memahami Aspek Kimia dalam Tubuh Manusia

Pemahaman tentang aspek kimia dalam tubuh manusia adalah dasar yang penting untuk menjaga kesehatan dan memahami bagaimana tubuh kita berfungsi. Tubuh manusia, seperti halnya seluruh makhluk hidup, adalah hasil dari berbagai reaksi kimia yang berlangsung secara konstan. Dalam materi ini, kita akan menjelajahi mengapa memahami aspek kimia dalam tubuh manusia sangatlah penting dan relevan bagi kita semua.

1.2.1 Pentingnya kimia dalam tubuh manusia

- 1. Metabolisme dan Energi:** Kimia memainkan peran sentral dalam proses metabolisme, di mana makanan yang kita konsumsi diubah menjadi energi yang diperlukan oleh tubuh. Proses ini melibatkan reaksi kimia kompleks yang melibatkan berbagai molekul, seperti karbohidrat, lipid, dan protein.

Setelah kita mengonsumsi makanan, dimulailah petualangan kimia yang menarik. Makanan yang kita makan mengandung berbagai jenis molekul, seperti karbohidrat, lipid (lemak), dan protein. Setiap jenis makanan ini harus dipecah dan diubah menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tubuh untuk menghasilkan energi.

Pertama-tama, karbohidrat yang ada dalam makanan kita dipecah menjadi glukosa melalui proses kimia yang disebut glikolisis. Glukosa yang dihasilkan adalah bahan bakar utama bagi sel-sel kita. Selanjutnya, glukosa akan digunakan dalam proses respirasi seluler di dalam mitokondria, di mana reaksi kimia kompleks lainnya berlangsung untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP (adenosin trifosfat).

Lemak (lipid) juga memiliki peran penting dalam produksi energi. Melalui reaksi kimia yang disebut beta-oksidasi, lemak dipecah menjadi asam lemak dan diubah menjadi energi dalam bentuk ATP. Ini terutama berguna ketika cadangan karbohidrat tubuh sudah habis.

Protein, yang merupakan bahan bangunan utama tubuh, juga dapat digunakan sebagai sumber energi dalam situasi darurat. Namun, untuk mengubah protein menjadi energi, mereka harus diuraikan menjadi asam amino melalui reaksi kimia yang kompleks.

Proses metabolisme ini tidak hanya terjadi begitu saja. Sel-sel tubuh manusia memiliki sistem pengaturan yang rumit yang mengatur dan mengontrol semua reaksi kimia ini. Hormon seperti insulin, glukagon, dan hormon tiroid memiliki peran penting dalam mengatur penggunaan energi dan menjaga keseimbangan metabolisme tubuh.

Namun, ketika terjadi gangguan dalam reaksi kimia metabolisme, masalah kesehatan dapat muncul. Diabetes adalah contoh yang paling umum, di mana gangguan dalam pengolahan glukosa terjadi. Gangguan tiroid dan penyakit mitokondria juga dapat terjadi sebagai akibat dari perubahan dalam kimia metabolisme.

2. **Fungsi Selular:** Setiap sel dalam tubuh kita melibatkan berbagai proses kimia untuk menjaga fungsi mereka. Ini termasuk pergerakan ion-ion, produksi enzim, dan komunikasi seluler yang melibatkan molekul-molekul sinyal.

Di dalam sel, ion-ion seperti natrium, kalium, kalsium, dan banyak lainnya harus dipertahankan dalam konsentrasi yang tepat. Ini dilakukan melalui serangkaian proses kimia yang disebut pompa ion, yang mengatur pergerakan ion-ion melintasi membran sel. Ini penting karena konsentrasi ion-ion ini memengaruhi potensial membran sel dan berperan dalam proses seperti kontraksi otot, transmisi sinyal saraf, dan banyak reaksi kimia seluler lainnya.

Selanjutnya, ada produksi enzim. Enzim adalah molekul protein yang bertindak sebagai biokatalisator dalam berbagai reaksi kimia dalam sel. Mereka memungkinkan reaksi-reaksi ini terjadi dengan lebih cepat dan efisien daripada jika reaksi itu berlangsung tanpa katalisator. Proses kimia ini memungkinkan sel untuk menghasilkan berbagai molekul penting, termasuk senyawa energi seperti ATP, serta berbagai molekul lain yang diperlukan untuk pertumbuhan, perbaikan, dan pemeliharaan sel.

Selain itu, komunikasi seluler juga merupakan aspek penting dalam dunia sel. Sel-sel harus dapat berkomunikasi satu sama lain untuk mengoordinasikan fungsi tubuh secara keseluruhan. Ini melibatkan pelepasan dan penerimaan molekul sinyal, seperti hormon, neurotransmitter, dan berbagai molekul sinyal lainnya. Ketika molekul sinyal ini berinteraksi dengan reseptor pada permukaan sel, reaksi kimia khusus akan terjadi di dalam sel, memicu respons tertentu seperti aktivasi enzim atau perubahan dalam jalur sinyal intraselular.

Dengan kata lain, setiap sel dalam tubuh kita adalah laboratorium mikroskopis yang aktif, di mana reaksi kimia terjadi setiap saat untuk menjaga fungsi dan menjalankan tugas-tugasnya yang vital. Pergerakan ion-ion, produksi enzim, dan komunikasi seluler adalah beberapa contoh dari banyak proses kimia yang terjadi di dalam sel, dan semuanya bekerja bersama-sama untuk menjaga tubuh kita berfungsi dengan baik.

- 3. Regulasi Keseimbangan:** Kimia juga memainkan peran dalam menjaga keseimbangan kimia dalam tubuh. Ion-ion seperti natrium, kalium, dan kalsium sangat penting dalam menjaga fungsi saraf, otot, dan tekanan darah yang seimbang.

Di dalam tubuh manusia, ada siklus kimia yang tak henti-hentinya terjadi untuk menjaga keseimbangan yang rapuh, dan ini menjadi lebih nyata ketika kita membahas regulasi keseimbangan ion-ion krusial seperti natrium,

kalium, dan kalsium. Ini adalah kisah tentang bagaimana kimia bekerja dalam harmoni untuk menjaga fungsi vital seperti sistem saraf, otot, dan tekanan darah tetap seimbang.

Mari kita mulai dengan natrium (Na^+), yang sering ditemukan di luar sel. Tubuh kita membutuhkan natrium untuk berbagai fungsi, termasuk konduksi impuls saraf dan kontraksi otot. Namun, terlalu banyak natrium dalam darah dapat menyebabkan tekanan darah tinggi dan masalah kesehatan lainnya. Oleh karena itu, sistem regulasi kimia yang rumit berperan dalam menjaga keseimbangan natrium dalam tubuh. Ini termasuk hormon seperti aldosteron yang diproduksi oleh kelenjar adrenal, yang membantu mengatur jumlah natrium yang disimpan dan dikeluarkan oleh ginjal.

Kalium (K^+), di sisi lain, adalah ion yang penting untuk fungsi otot dan saraf. Kadar kalium yang tepat dalam sel-sel kita penting untuk menjaga ritme jantung yang normal dan kontraksi otot yang efektif. Ketidakseimbangan kalium dapat mengakibatkan masalah serius, seperti aritmia jantung. Tubuh mengatur kadar kalium melalui berbagai mekanisme, termasuk pengaturan ekskresi kalium oleh ginjal dan pergerakan kalium dalam dan keluar sel dengan bantuan reseptor kimia yang mengatur kanal ion.

Selanjutnya, kita memiliki ion kalsium (Ca^{2+}), yang memiliki peran penting dalam kontraksi otot, transmisi impuls saraf, dan banyak proses biokimia lainnya. Keseimbangan kalsium yang tepat dalam tubuh adalah kunci untuk menjaga fungsi normal. Pankreas, yang menghasilkan hormon insulin, juga memiliki peran dalam mengatur keseimbangan kalsium, bersama dengan hormon paratiroid yang mempengaruhi penyerapan kalsium dari usus dan pelepasan kalsium dari tulang.

- 4. Vitamin dan Mineral:** Sebagian besar vitamin dan mineral adalah senyawa kimia yang diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi sangat penting untuk kesehatan kita. Mereka berperan sebagai kofaktor dalam reaksi kimia tubuh dan

memainkan peran vital dalam mencegah penyakit dan menjaga fungsi organ yang optimal.

Vitamin dan mineral, dikenal sebagai mikronutrien, adalah senyawa kimia yang sangat penting untuk berbagai proses biologis dalam tubuh kita. Mereka berperan sebagai kofaktor atau koenzim dalam reaksi kimia yang memungkinkan tubuh kita untuk menjalankan berbagai fungsi yang penting.

Mari kita mulai dengan vitamin. Vitamin A, misalnya, penting untuk kesehatan mata dan kulit. Ini adalah kofaktor dalam reaksi kimia yang memungkinkan sel-sel mata untuk mendeteksi cahaya, dan juga berperan dalam perkembangan sel-sel kulit yang sehat. Vitamin C, yang juga dikenal sebagai asam askorbat, adalah antioksidan yang membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh kita.

Mineral juga memiliki peran penting. Contohnya adalah kalsium, yang diperlukan untuk kesehatan tulang dan gigi yang kuat. Kalsium berpartisipasi dalam berbagai reaksi kimia yang memungkinkan kontraksi otot, transmisi impuls saraf, dan pembekuan darah yang normal. Sementara itu, zat besi sangat penting dalam membawa oksigen dalam darah melalui molekul hemoglobin.

Ketidakcukupan vitamin atau mineral dalam diet kita dapat mengakibatkan defisiensi nutrisi yang serius dan berbagai masalah kesehatan. Misalnya, kurangnya vitamin D dapat menyebabkan masalah pada tulang dan berbagai gangguan metabolik. Sementara itu, defisiensi zat besi dapat menyebabkan anemia dan kelelahan kronis.

1.2.2 Ketidakseimbangan Kimia

- 1. Defisiensi Nutrisi:** Ketidakseimbangan dalam asupan vitamin dan mineral dapat menyebabkan defisiensi nutrisi yang dapat berdampak serius pada kesehatan, seperti berkurangnya daya tahan tubuh dan masalah kesehatan lainnya.

2. **Ketidakseimbangan Elektrolit:** Ketidakseimbangan dalam ion-ion seperti natrium dan kalium dapat mengakibatkan masalah serius seperti gangguan jantung, dehidrasi, atau kejang.
3. **Reaksi Kimia Berlebihan:** Kadang-kadang, tubuh kita dapat mengalami reaksi kimia berlebihan, seperti produksi asam lambung yang berlebihan, yang dapat menyebabkan penyakit atau ketidaknyamanan.

Pemahaman tentang aspek kimia dalam tubuh manusia adalah inti dari ilmu kedokteran, biologi, dan ilmu kesehatan lainnya. Hal ini memungkinkan kita untuk menjaga kesehatan tubuh kita, mendeteksi dan mengobati penyakit dengan lebih baik, dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat. Oleh karena itu, belajar tentang kimia dalam tubuh manusia adalah investasi yang sangat berharga untuk kesehatan dan kualitas hidup kita. Dengan memahami pentingnya kimia dalam tubuh manusia, kita dapat lebih menghargai kerja yang luar biasa dari proses-proses kimia yang terjadi di dalam kita setiap hari dan bagaimana ini membentuk dasar bagi kehidupan kita.

1.3 Komponen Kimia dalam Tubuh Manusia dan Peranannya

Komponen kimia dalam tubuh manusia adalah unsur-unsur kimia, senyawa organik, dan molekul-molekul yang membentuk dasar dari struktur dan fungsi tubuh kita. Pemahaman tentang komponen ini sangat penting karena mereka memainkan peran kunci dalam menjaga kesehatan dan menjalankan proses biologis yang kompleks. Dalam materi ini, kita akan menjelaskan beberapa komponen kimia utama dalam tubuh manusia dan peranannya yang vital.

1. Air

Komponen Utama: Air adalah komponen kimia paling melimpah dalam tubuh manusia, menyusun sekitar 60-70% berat tubuh. Ini berperan sebagai pelarut universal yang memfasilitasi reaksi kimia, transportasi nutrisi, dan pengeluaran sisa-sisa.

2. Protein

Komponen Struktural: Protein adalah makromolekul yang membentuk struktur sel, jaringan, dan organ dalam tubuh. Mereka juga berperan dalam pertahanan tubuh dan mengatur reaksi kimia dalam tubuh sebagai enzim.

3. Karbohidrat

Sumber Energi: Karbohidrat adalah sumber utama energi dalam tubuh manusia. Mereka dipecah menjadi glukosa untuk digunakan sebagai bahan bakar oleh sel-sel.

4. Lipid

Penyimpanan Energi: Lipid, seperti lemak, berperan dalam penyimpanan energi dalam tubuh dan membentuk lapisan pelindung di sekitar organ-organ penting.

5. Asam Nukleat (DNA dan RNA)

Pemeliharaan Informasi Genetik: DNA menyimpan informasi genetik yang mengatur perkembangan dan fungsi tubuh. RNA memainkan peran dalam transkripsi dan translasi, proses yang menghasilkan protein.

6. Enzim

Katalisator Biokimia: Enzim adalah protein yang bertindak sebagai katalisator dalam reaksi kimia biologis. Mereka mempercepat reaksi-reaksi ini tanpa ikut terlibat dalam reaksi itu sendiri.

7. Vitamin dan Mineral

Kofaktor dan Koenzim: Vitamin dan mineral berperan sebagai kofaktor dan koenzim dalam berbagai reaksi kimia dalam tubuh. Mereka mendukung fungsi enzim dan sistem biologis lainnya.

8. Ion-ion

Keseimbangan Elektrolit: Ion-ion seperti natrium, kalium, kalsium, dan magnesium mengatur keseimbangan elektrolit dalam tubuh dan penting dalam menjaga kontraksi otot, konduktivitas saraf, dan fungsi jantung yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bender, D. A. 2014. Introduction to Nutrition and Metabolism. CRC Press.
- Bowman, B. A., Russell, R. M. 2016. Present Knowledge in Nutrition. 10th editio
- Gropper, S. S., Smith, J. L. 2017. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 7th edition.
- Kuncoro, H. 2019. Kimia Kesehatan. Pustaka Pelajar.
- Murray, R. K., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. J., Rodwell, V. W., Weil, P. A. 2012. Harper's Illustrated Biochemistry. 29th edition.
- Nelson, D. L., Cox, M. M. 2017. Lehninger Principles of Biochemistry. 7th edition.
- Stipanuk, M. H., Caudill, M. A. 2018. Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition. 4th edition.
- Whitney, E., Rolfes, S. R. 2019. Understanding Nutrition. 15th edition

BAB 2

METABOLISME KARBOHIDRAT, LIPID DAN ASAM AMINO

Oleh Aliyah Fahmi

2.1 Pendahuluan

Karbohidrat, lipid dan asam amino merupakan zat kimia yang dibutuhkan tubuh sebagai sumber energi dan di dalam menjalankan sistem metabolisme. Metabolisme karbohidrat adalah keseluruhan proses biokimia yang bertanggung jawab atas pembentukan metabolisme, pemecahan, dan interkonversi karbohidrat dalam organisme hidup.

Banyak jalur metabolisme penting bergantung pada karbohidrat. Melalui fotosintesis, tanaman mensintesis karbohidrat dari karbon dioksida dan air. Ini memungkinkan tanaman menyimpan energi yang diserap dari matahari secara internal. Respirasi seluler digunakan oleh hewan dan jamur saat mengonsumsi tumbuhan untuk memecah simpanan karbohidrat agar energi tersedia bagi sel. Pada saat yang sama, tumbuhan dan hewan menyimpan energi yang dilepaskan dalam bentuk molekul berenergi tinggi, seperti adenosin trifosfat (ATP) (Maughan, R., 2009).

Pencernaan manusia memecah karbohidrat kompleks menjadi monomer sederhana, atau monosakarida, seperti glukosa, fruktosa, manosa, dan galaktosa. Monosakarida diangkut ke hati setelah resorpsi di usus melalui vena portal. Di sana, semua monosakarida non-glukosa, seperti fruktosa dan galaktosa, juga diubah menjadi glukosa. Glukosa, atau gula darah, didistribusikan ke sel-sel di jaringan, di mana ia dipecah oleh respirasi sel atau disimpan sebagai glikogen. Dalam respirasi seluler (aerobik), glukosa dan oksigen dimetabolisme untuk melepaskan energi, dengan karbon dioksida dan air sebagai hasil akhir dari proses tersebut (Nelson et.al., 2008; Sanders, 2016; Hall & Hall., 2020).

2.2 Metabolisme Karbohidrat

Glikolisis

Glikolisis adalah proses memecah molekul glukosa menjadi dua molekul piruvat, sekaligus menyimpan energi yang dilepaskan selama proses ini sebagai adenosin trifosfat (ATP) dan nikotinamida adenin dinukleotida (NADH). Hampir semua organisme yang memecah glukosa menggunakan glikolisis. Regulasi glukosa dan penggunaan produk adalah kategori utama yang membedakan jalur ini antar organisme. Di beberapa jaringan dan organisme, glikolisis adalah satu-satunya metode produksi energi.

Glikolisis terdiri dari sepuluh langkah, dibagi menjadi dua fase. Selama fase pertama, dibutuhkan pemecahan dua molekul ATP. Selama fase kedua, energi kimia dari zat antara ditransfer menjadi ATP dan NADH. Pemecahan satu molekul glukosa menghasilkan dua molekul piruvat, yang selanjutnya dapat dioksidasi untuk mendapatkan lebih banyak energi dalam proses selanjutnya.

Glikolisis dapat diatur pada berbagai langkah proses melalui regulasi umpan balik. Langkah yang paling banyak diatur adalah langkah ketiga. Peraturan ini untuk memastikan tubuh tidak memproduksi molekul piruvat secara berlebihan. Peraturan tersebut juga memungkinkan penyimpanan molekul glukosa menjadi asam lemak.[5] Ada berbagai enzim yang digunakan selama glikolisis. Enzim meningkatkan regulasi, menurunkan regulasi, dan umpan balik mengatur proses (Maughan, R., 2009; Nelson et.al., 2008)

Glukoneogenesis

Glukoneogenesis, juga disebut "glukogenesis", terjadi ketika sel hidup menghasilkan glukosa dan karbohidrat lainnya dari sejumlah senyawa lain, seperti laktat dan piruvat; senyawa dari siklus asam trikarboksilat, yang merupakan tahap akhir proses oksidasi bahan makanan; dan beberapa asam amino.

Sintesis glukosa darah dari laktat di hati selama pemulihan dari aktivitas otot yang intens adalah contoh glukoneogenesis yang terutama terjadi di hati dan ginjal. Meskipun enzim yang sama yang mengkatalisis urutan sebaliknya, yaitu glikolisis, mengkatalisis beberapa reaksi di jalur glukoneogenetik, enzim lain mempengaruhi

dua langkah penting dari jalur tersebut. Sangat penting untuk memahami penyakit metabolik seperti diabetes melitus karena proses dikendalikan oleh keseimbangan berbagai hormon, terutama kortisol dari korteks kelenjar adrenal dan insulin dari pancreas (Britannica, 2023).

Pada manusia, substrat untuk glukoneogenesis dapat berasal dari sumber non-karbohidrat apa pun yang dapat diubah menjadi piruvat atau zat antara glikolisis. Untuk pemecahan protein, substrat ini mencakup asam amino glukogenik (walaupun bukan asam amino ketogenik); dari pemecahan lipid (trigliserida), termasuk gliserol, asam lemak rantai ganjil (walaupun bukan asam lemak rantai genap, lihat di bawah); dan dari bagian metabolisme lain mereka memasukkan laktat dari siklus Cori. Dalam kondisi puasa berkepanjangan, aseton yang berasal dari badan keton juga dapat berfungsi sebagai substrat, menyediakan jalur dari asam lemak ke glukosa. Meskipun sebagian besar glukoneogenesis terjadi di hati, kontribusi relatif glukoneogenesis oleh ginjal meningkat pada diabetes dan puasa berkepanjangan.

Jalur glukoneogenesis sangat endergonik hingga digabungkan dengan hidrolisis ATP atau guanosis trifosfat (GTP), yang secara efektif menjadikan proses tersebut eksergonik. Misalnya, jalur yang mengarah dari piruvat ke glukosa-6-fosfat memerlukan 4 molekul ATP dan 2 molekul GTP untuk berjalan secara spontan. ATP ini disuplai dari katabolisme asam lemak melalui oksidasi beta (Kaleta et.al., 2011; Kennelly & Rodwell, 2015).

Glikogenolisis

Glikogenolisis mengacu pada pemecahan glikogen. Di hati, otot, dan ginjal, proses ini terjadi untuk menyediakan glukosa bila diperlukan. Sebuah molekul glukosa tunggal dibelah dari cabang glikogen, dan diubah menjadi glukosa-1-fosfat selama proses ini. Molekul ini kemudian dapat diubah menjadi glukosa-6-fosfat.

Glukosa-6-fosfat kemudian dapat berkembang melalui glikolisis. Glikolisis hanya membutuhkan masukan satu molekul ATP ketika glukosa berasal dari glikogen. Alternatifnya, glukosa-6-fosfat dapat diubah kembali menjadi glukosa di hati dan ginjal, sehingga dapat meningkatkan kadar glukosa darah jika diperlukan.

Glukagon di hati merangsang glikogenolisis ketika glukosa darah diturunkan, yang dikenal sebagai hipoglikemia. Glikogen di hati dapat berfungsi sebagai sumber cadangan glukosa di antara waktu makan. Glikogen hati terutama melayani sistem saraf pusat. Adrenalin merangsang pemecahan glikogen di otot rangka selama berolahraga. Di otot, glikogen memastikan sumber energi yang dapat diakses dengan cepat untuk bergerak (Dashty, 2013).

Glikogenesis

Glikogenesis mengacu pada proses sintesis glikogen. Pada manusia, glukosa dapat diubah menjadi glikogen melalui proses ini. Glikogen adalah struktur yang sangat bercabang, terdiri dari protein inti Glikogenin, dikelilingi oleh cabang-cabang unit glukosa, dihubungkan Bersama (Dashty, 2013).

2.3 Metabolisme Lipid

Sintesis dan degradasi lipid dalam sel adalah bagian dari metabolisme lipid. Ini mencakup pemecahan dan penyimpanan lemak untuk energi serta sintesis lipid struktural dan fungsional, yang terlibat dalam pembentukan membran sel. Lemak ini disintesis oleh hati dan diperoleh dari makanan hewan. Sintesis lemak ini disebut lipogenesis. Trigliserida dan kolesterol adalah sumber utama lipid yang dikonsumsi oleh tubuh manusia. Asam lemak dan lipid membran adalah jenis lipid tubuh lainnya. Sebagian orang menganggap metabolisme lemak sebagai pencernaan dan penyerapan lemak dari makanan. Namun, tubuh dapat menggunakan dua jenis lemak: lemak yang dikonsumsi dan yang disimpan. Vertebrata, yang mencakup manusia, menggunakan kedua sumber lemak tersebut untuk menghasilkan energi, yang memungkinkan organ seperti jantung untuk berfungsi dengan baik. Lipid harus dilarutkan sebelum metabolisme dapat dimulai karena mereka adalah molekul hidrofobik. Berbagai enzim dalam sistem pencernaan berperan dalam metabolisme lipid, yang mencakup pencernaan lipid, penyerapan lipid, transportasi lipid, penyimpanan lipid, katabolisme lipid, dan biosintesis lipid. Katabolisme lipid terjadi melalui proses yang disebut oksidasi beta, yang terjadi di

mitokondria dan organel sel peroksisom. (Baynes & Dominiczak, 2014; Arrese & Soulages, 2010).

Pencernaan lipid

Langkah pertama dalam metabolisme lipid adalah pencernaan, yang dilakukan dengan bantuan enzim lipase untuk memecah trigliserida menjadi unit monogliserida yang lebih kecil. Lipase lingual melakukan pencernaan kimiawi yang memulai pencernaan lemak di mulut. Lipase tidak memecahkan kolesterol yang tertelan sampai memasuki sel epitel usus halus. Lipid kemudian masuk ke lambung, di mana lipase lambung melanjutkan pencernaan kimiawi dan pencernaan mekanis, atau pencernaan peristaltik, dimulai. Namun, pencernaan dan penyerapan lemak terjadi setelah lemak masuk ke usus kecil. Lipase pankreas dan lipase yang bergantung pada garam empedu, keluarga bahan kimia dari pankreas, disekresikan ke dalam usus kecil untuk membantu memecah trigliserida melalui pencernaan mekanis lebih lanjut. Ini menghasilkan unit asam lemak yang dapat diserap usus kecil. sel epitel dalam usus. Lipase pankreas memiliki peran dalam pemberian tanda bahwa reaksi hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas dan unit gliserol yang terpisah (Voet et.al., 2016).

Penyerapan lipid

Penyerapan lemak adalah langkah kedua dalam metabolisme lipid. Meskipun lambung dapat menyerap asam lemak rantai pendek, sebagian besar penyerapan lemak terjadi di usus halus. Trigliserida dipecah menjadi asam lemak dan gliserol sebelum bergabung dengan kolesterol menjadi struktur yang disebut misel. Setelah keluar dari misel, asam lemak dan monogliserida berdifusi melalui membran untuk memasuki sel epitel usus. Di dalam sitosol sel epitel, trigliserida dan kolesterol dikemas kembali menjadi partikel yang lebih besar yang disebut kilomikron. Kilomikron akan masuk ke adiposa dan jaringan tubuh lainnya melalui aliran darah (Jo et.al., 2016; Nelson et.al., 2008).

Transportasi lipid

Lipid membran, trigliserida, dan kolesterol hidrofobik, jadi mereka membutuhkan lipoprotein. Dengan struktur amfipatik lipoprotein, trigliserida dan kolesterol dapat diangkut melalui darah. Salah satu subkelompok lipoprotein yang disebut kilomikron membawa lipid yang dicerna dari usus kecil ke seluruh tubuh. Salah satu ciri jenis lemak yang diangkut lipoprotein adalah perbedaan padatnya. Misalnya, lipoprotein densitas rendah (LDL) membawa kolesterol ke jaringan perifer, dan lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL) membawa trigliserida yang dibuat tubuh kita. Hati menghasilkan beberapa lipoprotein ini, tetapi tidak semuanya berasal dari organ ini (Nelson et.al., 2008; Harris, 2010)

Penyimpanan lipid

Lipid disimpan dalam jaringan adiposa putih sebagai trigliserida. Pada manusia dewasa muda kurus, massa trigliserida yang disimpan berjumlah 10–20 kilogram. Trigliserida terbentuk dari tulang punggung gliserol dan tiga asam lemak. Asam lemak bebas diaktifkan menjadi asil-KoA dan diesterifikasi hingga akhirnya mencapai tetesan trigliserida. Lipoprotein lipase mempunyai peranan penting (Foufelle & Ferré, 2012).

Katabolisme lipid

Kilomikron (lipoprotein lainnya) akan dipecah oleh lipoprotein lipase di permukaan luminal sel endotel di kapiler setelah mereka melewati untuk melepaskan trigliserida. Sebelum memasuki sel, trigliserida dipecah menjadi asam lemak dan gliserol, dan sisa kolesterol akan kembali ke hati melalui darah (Feingold, 2015; Christie, 2014).

Gliserol diubah menjadi gliseraldehid 3-fosfat di dalam sitosol sel (seperti sel otot) untuk dioksidasi lebih lanjut dan menghasilkan energi. Tetapi katabolisme asam lemak terjadi di mitokondria. Agar asam lemak rantai panjang, yang memiliki lebih dari 14 atom karbon, dapat melalui membran mitokondria, katabolisme asam lemak dimulai di sitoplasma sel saat sintetase asil lemak-KoA menggunakan energi dari pembelahan ATP untuk mengkatalisis penambahan koenzim A ke asam lemak. Asil-KoA

memasuki proses oksidasi beta melalui membran mitokondria. Produk utama jalur oksidasi beta adalah NADH dan FADH, serta asetil-KoA dehidrogenase, enoil-KoA hidratase, 3-hidroksiasil-KoA dehidrogenase, dan 3-ketoasil-KoA tiolase. (Scheffler, 2008).

Biosintesis lipid

Salah satu sumber energi utama organisme hidup adalah lemak yang disimpan di jaringan adiposa, bersama dengan lemak yang ditemukan dalam makanan. Membran lipid, kolesterol, dan triasilgliserol dapat disintesis oleh organisme melalui berbagai jalur (Choe et.al., 2016).

Biosintesis lipid membran

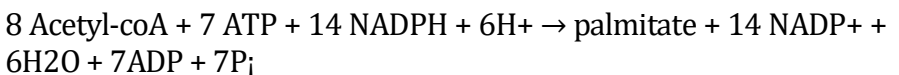
Gliserofosfolipid dan sphingolipid adalah dua kategori utama lipid membran. Banyak lipid membran yang berbeda disintesis dalam tubuh kita, tetapi jalurnya sama. Langkah pertama adalah sintesis tulang punggung (sphingosine atau gliserol), dan langkah kedua adalah menambah asam lemak pada tulang punggung untuk menghasilkan asam fosfatidat. Asam fosfatidat kemudian diubah dengan melekat kelompok kepala hidrofilik yang berbeda ke tulang punggung. Membran retikulum endoplasma mengalami biosintesis lipid membrane (Gault et.al., 2010).

Biosintesis trigliserida

Prekursor biosintesis trigliserida adalah fosfatase asam fosfatidat, yang mengkatalisis konversi asam fosfatidat menjadi diasilgliserida, yang kemudian diubah menjadi trigliserida oleh asiltransferase. Sitosol menghasilkan trigliserida melalui proses biosintesis.

Biosintesis asam lemak

Asetil-KoA adalah prekursor asam lemak yang ditemukan di sitosol sel. Dengan substrat model palmitat (16:0), reaksi bersih keseluruhan adalah



(Lok et.al., 1976).

Biosintesis kolesterol

Jalur isoprenoid dapat digunakan untuk menghasilkan kolesterol dari asetil-KoA. Kolesterol sangat penting karena dapat diubah untuk membentuk progesteron dan beberapa hormon tubuh lainnya. Sitosol sel hati bertanggung jawab atas 70% biosintesis kolesterol (Nelson et.al., 2008).

Jenis lipid

Beberapa jenis lipid berpartisipasi dalam metabolisme lipid adalah:

Lipid membran:

1. Fosfolipid merupakan komponen penting pada lapisan ganda lipid yang terdapat pada membran sel dan keberadaannya di dalam tubuh lumayan banyak.
2. Spingolipid dapat dilihat pada membrane sel jaringan syaraf.
3. Glikolipid memiliki manfaat dalam menjaga kestabilan lapisan ganda lipid dan penanda untuk sel lebih mudah dikenali.
4. Gliserofosfolipid terletak pada jaringan saraf (termasuk otak).
5. Kolesterol memiliki peranan sebagai berfungsi sebagai prekursor penting dalam mem,nghasilkan hormon-hormon dalam tubuh. Selain itu, kolesterol berperan dalam mengatur fluiditas membran sel.
6. Steroid merupakan jenis lipid rantai tertutup yang dapat digunakan sebagai pemberi sinyal sel yang penting.
7. Trigliserida (Triasilgliserol) merupakan lipid dalam bentuk rantai terbuka dimana 3 asam lemak berikatan dengan 1 gugus gliserol. Dalam tubuh manusia, triasilgliserol berperan penting dalam menyimpan energi.
8. Asam lemak merupakan asam karboksilat yang pada umumnya terdiri dari ikatan karbon rantai genap yang berikatan dengan gugus karboksilat (COOH) . Tugas asam lemak ini di gunakan sebagai salah satu prekursor dalam untuk biosintesis membran lipid dan kolesterol.

9. Garam empedu dikeluarkan oleh organ hati yang berperan dalam mengemulsikan lemak sehingga mudah di serap di saluran cerna.
10. Eikosanoid merupakan asam lemak dalam tubuh dan digunakan untuk sinyal sel.
11. Badan keton merupakan senyawa kimia yang dibentuk dari asam lemak di hati. Badan keton digunakan untuk menghasilkan energi pada saat dalam keadaan kelaparan ataupun asupan makanan yang di makan rendah (Alberts et.al., 2002).

2.4 Metabolisme Asam amino

Tubuh manusia mendapatkan sebagian besar asam amino dari protein yang dikonsumsi, termasuk asam amino non-esensial yang disintesis hati dan asam amino yang berasal dari protein tubuh sendiri yang terus-menerus dirusak dan disintesis ulang.

Pencernaan protein dimulai di lambung, di mana sekitar 10% ikatan peptida dihidrolisis oleh aksi jus lambung. Getah lambung terdiri dari air (lebih dari 99 persen), asam klorida, ion anorganik, dan berbagai enzim dan protein lainnya. Sebagian besar rasa sakit yang disebabkan oleh tukak lambung disebabkan oleh ulserasi jaringan yang disebabkan oleh cairan asam lambung.

Kelenjar yang terletak di bawah lapisan lambung mengeluarkan asam klorida (HCl) dari cairan lambung. pH getah lambung yang baru disekresikan adalah sekitar 1,0, tetapi isi lambung dapat meningkatkannya hingga 1,5–2,5. HCl membantu mengubah sifat protein dalam makanan dengan membuka molekul protein, memungkinkan rantainya untuk digunakan enzim dengan lebih baik. Pepsinogen, suatu enzim tidak aktif yang dibuat oleh sel-sel yang terletak di dinding lambung, diubah menjadi bentuk aktifnya, pepsin, ketika makanan masuk ke lambung setelah masa puasa. Ini terjadi dalam beberapa langkah, yang dimulai dengan penurunan pH. Pepsin menghentikan ikatan peptida dalam molekul protein untuk dihidrolisis. Meskipun Pepsin sangat spesifik dalam banyak hal, ia terutama berfungsi dalam ikatan dengan asam amino aromatik seperti triptofan, tirosin, dan fenilalanin, serta metionin dan leusin.

Asam amino bebas bergabung dengan asam amino non-esensial yang dibuat hati dan asam amino yang didaur ulang dari protein tubuh sendiri setelah protein dalam makanan dihidrolisis, membentuk kumpulan asam amino yang sekarang tersedia untuk metabolisme. Sebagian besar kumpulan asam amino digunakan untuk membuat protein dan zat lain yang mengandung nitrogen seperti basa DNA, neurotransmitter, hormon, dan sebagainya. Tubuh juga dapat menggunakan asam amino sebagai sumber energi dalam beberapa kondisi metabolisme. Tubuh manusia tidak dapat menyimpan asam amino. Asam amino akan terdegradasi jika tidak digunakan dalam proses biologis, dan nitrogen akan dikeluarkan melalui urin sebagai urea.

Untuk menjaga kesehatan dan metabolisme protein yang normal, sintesis dan degradasi protein harus seimbang. Tidak semua asam amino yang diperlukan tubuh untuk menjalankan fungsi biologisnya harus dimasukkan ke dalam tubuh melalui makanan. Ketika protein metabolisme habis, protein juga didaur ulang. Penggantian protein terjadi ketika protein yang lebih tua diganti di dalam sel. Tingkat pergantian untuk berbagai jenis protein sangat berbeda, bergantung pada fungsinya. Protein enzimatis memiliki masa hidup yang lebih pendek karena beradaptasi dengan metabolisme tubuh, sedangkan protein struktural seperti perguruan tinggi bertahan lebih lama, biasanya bertahun-tahun.

Para ahli membagi asam amino menjadi tiga jenis:

1. Non-esensial
2. Esensial
3. Conditionally esensial

Tubuh tidak dapat menghasilkan delapan asam amino ini, yang bersifat esensial atau sangat diperlukan. Leusin, Isoleusin, Lisin, Treonin, Metionin, Fenilalanin, Valin, Triptofan, dan lainnya.

Karena tubuh manusia tidak selalu membutuhkannya untuk berfungsi dengan baik, histidin yang merupakan asam amino yang dianggap semi esensial, tidak selalu diperlukan dari makanan manusia. Sebaliknya, asam amino esensial bersyarat biasanya tidak diperlukan dalam makanan manusia, tetapi kadang-kadang diperlukan.

Tubuh manusia membuat asam amino non-esensial dari asam amino esensial atau dari pemecahan protein normal. Asparagin, alanin, arginin, asam aspartat, sistein, asam glutamat, glutamin, prolin, glisin, tirosin, dan serin adalah asam amino nonesensial. Protein dapat diklasifikasikan menjadi lengkap atau tidak lengkap berdasarkan klasifikasi asam amino. Contoh protein lengkap adalah protein hewani seperti daging, ikan, susu, dan telur; protein tidak lengkap tidak mengandung satu atau lebih asam amino esensial dalam jumlah yang cukup. Misalnya, jika suatu protein tidak memberikan jumlah asam amino leusin esensial yang diperlukan, protein tersebut dianggap tidak lengkap dan dikenal sebagai asam amino pembatas. Leusin tidak cukup untuk membuat protein menjadi lengkap, sehingga dikenal sebagai asam amino pembatas. Kebanyakan makanan nabati adalah protein tidak lengkap, kecuali kedelai.

Lima asam amino tambahan diklasifikasikan berdasarkan struktur rantai sampingnya. Para ahli mengklasifikasikan asam amino tambahan yaitu sistein dan metionin (asam amino yang mengandung sulfur); asparagin, serin, treonin, dan glutamin (asam amino netral); asam glutamat dan asam aspartat (asam); dan arginin dan lisin (dasar); leusin, isoleusin, glisin, valin, dan alanin (asam amino alifatik); fenilalanin, triptofan

Sebuah klasifikasi asam amino akhir didasarkan pada struktur rantai samping, yang membagi daftar dua puluh asam amino menjadi empat kelompok: dua kelompok utama dan dua kelompok sub-kelompok yaitu non-polar; kutub; asam dan polar; serta dasar dan kutub

Meskipun hati berfungsi sebagai pusat metabolisme asam amino, jaringan lain seperti ginjal, usus kecil, otot, dan jaringan adiposa juga berpartisipasi. Pecah gugus amino dari kerangka karbon, biasanya melalui reaksi transaminasi, adalah tahap pertama pemecahan asam amino. Kerangka karbon yang dihasilkan dari asam amino yang terdeaminasi kemudian digunakan untuk membuat glukosa atau lemak, atau diubah menjadi zat antara metabolik yang dapat dioksidasi oleh siklus asam sitrat. Katabolisme asam amino, alternatif terakhir, lebih mungkin terjadi ketika kadar glukosa rendah, seperti saat seseorang kelaparan atau berpuasa.

Transaminasi

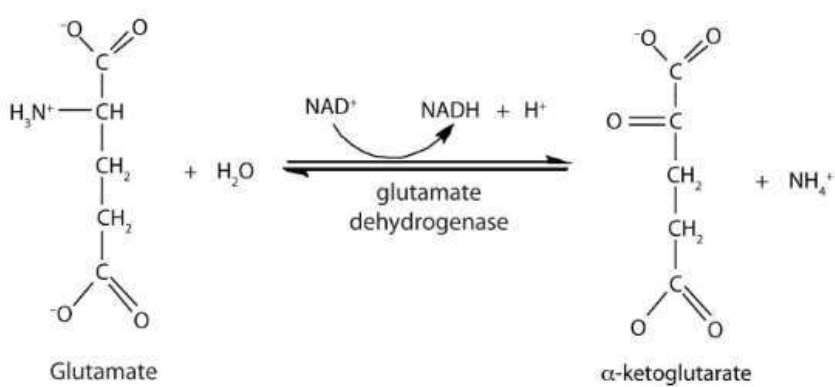
Transaminasi adalah pertukaran gugus fungsi antara asam amino apa pun (kecuali lisin, prolin, dan treonin) dan asam α-keto. Gugus amino biasanya ditransfer ke atom karbon keto dari α-ketoglutarat, mengubah asam α-keto menjadi glutamat. Reaksi transaminasi dikatalisis oleh transaminase spesifik (juga disebut aminotransferase), yang memerlukan piridoksal fosfat sebagai koenzim.



Gambar 2.1. Reaksi transaminase asam amino dengan alfa-asam keto (Sumber Libretexts, 2023)

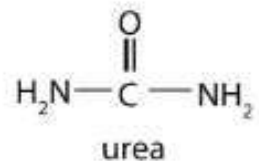
Deaminasi Oksidatif

Dalam pemecahan asam amino menjadi energi, akseptor terakhir gugus α-amino adalah α-ketoglutarat, membentuk glutamat. Glutamat kemudian dapat mengalami deaminasi oksidatif, di mana ia kehilangan gugus aminonya sebagai ion amonium (NH₄⁺) dan dioksidasi kembali menjadi α-ketoglutarat (siapa menerima gugus amino lain):



Gambar 2.2. Reaksi deaminasi oksidatif glutamate (Sumber Libretexts, 2023)

Reaksi ini terjadi terutama di mitokondria hati. Sebagian besar ion NH_4^+ yang dibentuk oleh deaminasi oksidatif glutamat diubah menjadi urea dan dikeluarkan melalui urin melalui serangkaian reaksi yang dikenal sebagai siklus urea.



Gambar 2.3. Struktur kimia urea (Sumber Libretexts, 2023)

Sintesis glutamat terjadi pada sel hewan dengan membalikkan reaksi yang dikatalisis oleh glutamat dehidrogenase. Untuk reaksi ini nikotinamida adenin dinukleotida fosfat (NADPH) bertindak sebagai zat pereduksi. Sintesis glutamat penting karena merupakan salah satu dari sedikit reaksi pada hewan yang dapat menggabungkan nitrogen anorganik (NH_4^+) menjadi asam α -keto untuk membentuk asam amino. Gugus amino kemudian dapat diteruskan melalui reaksi transaminasi, untuk menghasilkan asam amino lain dari asam α -keto yang sesuai.

Kerangka Karbon

Dalam siklus asam sitrat, setiap asam amino dapat diubah menjadi zat antara. Setelah gugus amino dihilangkan, biasanya melalui transaminasi, asam α -keto yang tersisa dikatabolisme melalui jalur khusus untuk asam tersebut dan terdiri dari satu atau lebih reaksi. Misalnya, sebelum terurai menjadi fumarat dan asetoasetat, fenilalanin harus melalui sejumlah enam reaksi sebelum menjadi zat antara dalam siklus asam sitrat. Di sisi lain, asetoasetat harus diubah menjadi asetoasetil-koenzim A (CoA) dan kemudian menjadi asetil-KoA sebelum masuk ke siklus asam sitrat.

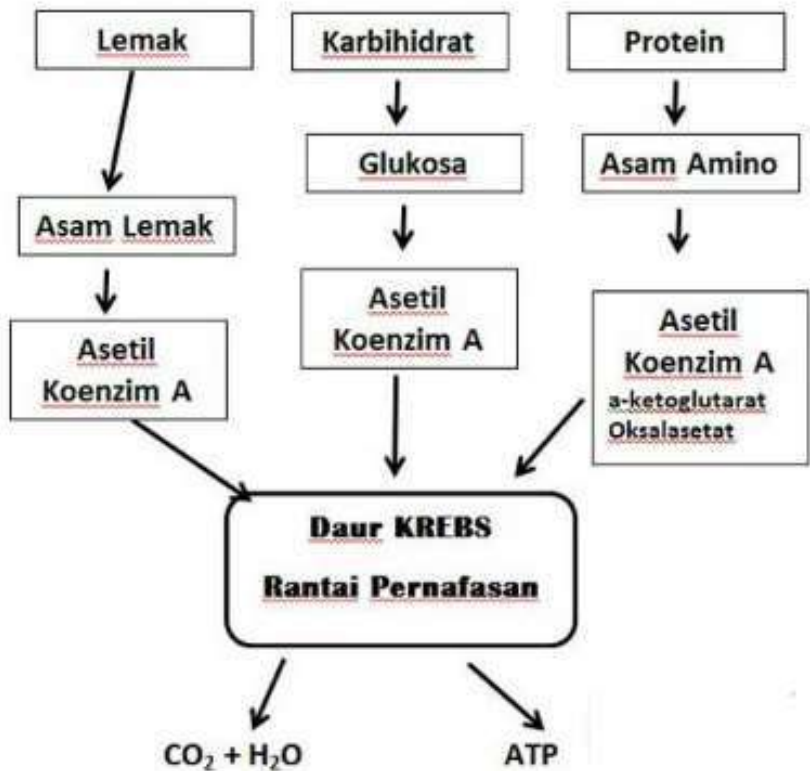
Asam amino yang memiliki kemampuan untuk membentuk zat antara metabolisme karbohidrat selanjutnya dapat diubah menjadi glukosa melalui jalur metabolisme yang disebut glukoneogenesis. Jalur metabolisme ini disebut asam amino

ketogenik, dan asam amino yang diubah menjadi asetoasetil-KoA atau asetil-KoA dapat digunakan untuk sintesis badan keton tetapi tidak untuk menghasilkan glukosa. Kedua kategori tersebut mencakup beberapa asam amino. Asam amino yang hanya bersifat ketogenik adalah lisin dan leucine.

2.5 Hubungan Antara Metabolisme Karbohidrat, Lipid dan Asam Amino

Dalam sel, reaksi metabolisme saling berhubungan dan tidak terpisah satu sama lain. Jalur siklus Krebs menggabungkan karbohidrat, protein, dan lemak. Lemak berfungsi sebagai cadangan energi yang tinggi dan terdiri dari dua molekul kecil, asam lemak dan gliserol. Satu gram karbohidrat memiliki kandungan energi yang lebih rendah daripada satu gram lemak. Asam heksanoat adalah salah satu contoh asam lemak dengan jumlah atom karbon yang sama dengan glukosa (6 atom C).

Manusia harus mendapat nutrisi dari protein, lemak/lipid dan karbohidrat sebagai sumber energi utamanya. Ketiga bahan tersebut dibutuhkan karena berkontribusi pada siklus metabolisme dalam menghasilkan energi. Karbohidrat dan protein menyumbang 4 kkal per 1 gram sedang kan lipid 9 kkal per 1 gramnya.



Gambar 2.4. Proses metabolisme lemak, karbohidrat dan protein secara umum (sumber Zuniyaha, 2023)

Seluruh zat kompleks diubah menjadi bagian sederhananya agar penyerapan nutrisi terjadi dengan bantuan enzim-enzim pencernaan. Karbohidrat diubah menjadi glukosa, protein diubah menjadi asam amino serta lipid/lemak diubah menjadi asam lemak.

Hubungan Gula Lain dengan Metabolisme Glukosa

Hewan menggunakan polimer glukosa, atau glikogen, untuk menyimpan energi mereka. Ketika ada cukup ATP, kelebihan glukosa dialihkan menjadi glikogen untuk disimpan. Glikogen dibuat dan disimpan di hati dan otot, dan jika kadar gula darah turun, glikogen dipecah menjadi G-1-P dan diubah menjadi G-6-P di sel otot dan hati, dan produk ini memasuki jalur glikolitik.

Sukrosa adalah disakarida yang memiliki molekul glukosa dan fruktosa yang terikat dengan ikatan glikosidik. Selain glukosa dan galaktosa, yang merupakan bagian dari gula susu, disakarida laktosa, fruktosa adalah salah satu dari tiga monosakarida yang diserap langsung ke dalam aliran darah selama pencernaan. Jumlah molekul ATP yang dihasilkan dari metabolisme fruktosa dan galaktosa sama dengan glukosa.

Hubungan Protein dengan Metabolisme Glukosa

Beberapa enzim dalam sel menghidrolisis protein. Sangat sering, asam amino didaur ulang untuk menghasilkan protein baru. Namun, sebagian asam amino akan dialihkan ke jalur katabolisme glukosa dalam kasus di mana tubuh kelaparan atau ketika ada kelebihan asam amino. Sebelum masuk ke jalur ini, setiap asam amino harus dibersihkan dari gugus aminonya. Urea dibuat oleh hati mamalia dari dua molekul amonia dan satu molekul karbon dioksida.

Hubungan Metabolisme Lipid dan Glukosa

Trigliserida, yang terdiri dari gliserol dan tiga asam lemak, berfungsi sebagai penyimpan energi jangka panjang hewan dan terhubung ke jalur glukosa. Hewan dapat menghasilkan dan memecah trigliserida melalui bagian dari jalur katabolisme glukosa. Ada kemungkinan bahwa gliserol difosforilasi menjadi gliserol-3-fosfat, yang kemudian mengalami proses glikolisis. Di matriks mitokondria, proses oksidasi beta mengubah rantai asam lemak menjadi dua unit karbon gugus asetil. CoA mengambil gugus asetil untuk membentuk asetil KoA, yang kemudian melanjutkan ke siklus asam sitrat.



Gambar 2.5. Jalur katabolik karbohidrat (sumber Libretexts, 2023)

Jalur katabolisme glukosa berhubungan dengan pemecahan dan sintesis karbohidrat, protein, dan lemak. Gula sederhana dioksidasi selama proses glikolisis. Asam amino dari protein terhubung dengan katabolisme glukosa melalui piruvat, asetil KoA, dan komponen siklus asam sitrat. Asam lemak dari lemak terhubung melalui asetil KoA. (Libretexts, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. 2002. The lipid bilayer. In *Molecular Biology of the Cell*. 4th edition. Garland Science.
- Baynes, J. W., & Dominiczak, M. H. 2014. *Medical Biochemistry E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Britannica. 2023. Gluconeogenesis. Diakses melalui laman <https://www.britannica.com/science/gluconeogenesis>. Diakses pada tanggal 24 September 2023.
- Choe, S. S., Huh, J. Y., Hwang, I. J., Kim, J. I., & Kim, J. B. 2016. Adipose tissue remodeling: its role in energy metabolism and metabolic disorders. *Frontiers in endocrinology*, 7, 30.
- Christie, W. W. 2014. Plasma lipoproteins: composition, structure and biochemistry, *ipidlibrary. aocs. org*.
- Dashty, M. 2013. A quick look at biochemistry: carbohydrate metabolism. *Clinical biochemistry*, 46(15), 1339-1352.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. 2020. *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Maughan, R. 2009. Carbohydrate metabolism. *Surgery (Oxford)*, 27(1), 6-10.
- Foufelle, F., & Ferré, P. 2012. Mechanism of storage and synthesis of fatty acids and triglycerides in white adipocytes. *Physiology and Physiopathology of Adipose Tissue*, 101-121.
- Feingold, K. R. 2015. *Introduction to lipids and lipoproteins*.
- Harris, J. R. (Ed.). 2010. *Cholesterol Binding and Cholesterol Transport Proteins:: Structure and Function in Health and Disease (Vol. 51)*. Springer Science & Business Media.
- Gault, C. R., Obeid, L. M., & Hannun, Y. A. 2010. An overview of sphingolipid metabolism: from synthesis to breakdown. *Sphingolipids as signaling and regulatory molecules*, 1-23.
- Jo, Y., Okazaki, H., Moon, Y. A., & Zhao, T. 2016. Regulation of lipid metabolism and beyond. *International Journal of Endocrinology*, 2016.

- Kaleta, C., de Figueiredo, L. F., Werner, S., Guthke, R., Ristow, M., & Schuster, S. 2011. In silico evidence for gluconeogenesis from fatty acids in humans. *PLoS Computational Biology*, 7(7), e1002116.
- Kennelly, P. J., & Rodwell, V. W. 2015. Amino acids & peptides. *Harper's Illustrated Biochemistry*, 30th ed. New York, USA: McGraw-Hill, 15-24.
- Lok, C. M., Ward, J. P., & Van Dorp, D. A. 1976. The synthesis of chiral glycerides starting from D-and L-serine. *Chemistry and Physics of Lipids*, 16(2), 115-122.
- Libretexts. 2023. Biochemistry. Diakses pada laman https://chem.libretexts.org/Courses/Brevard_College/CHE_301_Biochemistry/10%3A_Metabolism_of_Amino_Acids. Dikutip Pada tanggal 22 September 2023
- Nelson, D. L., Lehninger, A. L., & Cox, M. M. 2008. *Lehninger principles of biochemistry*. Macmillan.
- Sanders, L. M. 2016. Carbohydrate: digestion, absorption, and metabolism.
- Scheffler, I. E. 2008. *Mitochondria*. 2nd edn Wiley-liss. Hoboken, New York.
- Voet, D., Voet, J. G., & Pratt, C. W. 2016. *Fundamentals of biochemistry: life at the molecular level*. John Wiley & Sons.
- Zunyahya. 2023. Metabolisme Protein. Diakses pada laman <https://zunyahya.com/metabolisme-protein/>. Dikutip pada tanggal 24 September 2023.

BAB 3

KONSEP LABORATORIUM DAN PEMERIKSAANNYA

Oleh Chusnul Zulaika

3.1 Pendahuluan

Laboratorium klinik adalah salah satu elemen integral dalam dunia pelayanan kesehatan yang memiliki peran penting dalam proses diagnosis, pemantauan penyakit, serta penelitian medis (Santoso *et al.*, 2008). Laboratorium klinik merupakan tempat di mana berbagai jenis pemeriksaan medis dilakukan untuk mengidentifikasi, memonitor, dan memahami kondisi kesehatan pasien. Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, laboratorium klinik telah menjadi semakin penting dalam memberikan informasi yang akurat dan berharga kepada dokter dan pasien.

Konsep laboratorium klinik melibatkan berbagai aspek, termasuk peralatan canggih, metode pemeriksaan yang kompleks, personel terlatih, serta pengelolaan data yang akurat. Laboratorium klinik berperan dalam mendiagnosis berbagai penyakit, menentukan perkembangan penyakit, serta mengawasi efektivitas pengobatan. Melalui berbagai jenis pemeriksaan, seperti analisis darah, urin, cairan tubuh, dan berbagai tes genetik, laboratorium klinik memungkinkan tim medis untuk membuat keputusan yang tepat mengenai perawatan pasien.

Pemeriksaan laboratorium klinik terdiri dari beragam disiplin ilmu, termasuk kimia klinis, hematologi, mikrobiologi, patologi, genetika, dan banyak lagi. Setiap disiplin ilmu memiliki peran uniknya dalam memberikan informasi medis yang relevan. Misalnya, kimia klinis dapat memberikan informasi tentang tingkat gula darah, kolesterol, dan fungsi organ, sementara mikrobiologi mendeteksi keberadaan patogen penyebab penyakit

Dalam buku ini, kami akan menjelaskan lebih lanjut tentang konsep laboratorium klinik, berfokus pada pentingnya pemeriksaan laboratorium dalam diagnosis dan pemantauan kesehatan. Kami juga akan membahas perkembangan terbaru dalam teknologi laboratorium, tren dalam pengelolaan data, serta peran penting laboratorium klinik dalam penelitian medis.

Dengan pemahaman yang lebih baik tentang laboratorium klinik dan peran vitalnya dalam pelayanan kesehatan, diharapkan para pembaca akan dapat menghargai betapa pentingnya kerja sama antara dokter, pasien, dan tenaga laboratorium dalam menyediakan perawatan kesehatan yang berkualitas dan akurat.

3.2 Konsep Dasar Laboratorium Klinik

Laboratorium klinik berperan sebagai fasilitas kesehatan yang melakukan pengukuran, identifikasi, dan pengujian bahan-bahan dari manusia guna menentukan jenis penyakit, kondisi kesehatan, atau faktor yang mungkin memengaruhi kesehatan individu dan masyarakat. Oleh karena itu, sebagai pendukung layanan medis di rumah sakit, laboratorium klinik memiliki tanggung jawab besar terhadap klinisi dan pasien untuk menyampaikan hasil pemeriksaan sesuai permintaan dengan kualitas yang terjamin (Sukorini *et al.*, 2010).

3.2.1 Definisi Laboratorium Klinik

Laboratorium klinik adalah laboratorium kesehatan yang melakukan pemeriksaan spesimen klinik untuk mendapatkan informasi tentang kesehatan individu, terutama untuk membantu dalam diagnosis penyakit dan pemulihan kesehatan.

Laboratorium klinik umum adalah laboratorium yang melakukan pemeriksaan spesimen klinik dalam bidang hematologi, kimia klinik, mikrobiologi klinik, parasitologi klinik, dan imunologi klinik. Laboratorium klinik umum utama melakukan pemeriksaan spesimen klinik dengan teknik otomatis yang lebih lengkap daripada laboratorium klinik umum madya.

(Kemenkes, 2021)

Menurut (Seyoum, 2006), laboratorium klinik adalah tempat yang dilengkapi dengan instrumen, peralatan, dan bahan kimia yang digunakan untuk eksperimen, penelitian, dan pemeriksaan medis. Laboratorium medis, bagian dari laboratorium klinik, menggunakan instrumen biomedis, peralatan, dan bahan kimia untuk melakukan pemeriksaan laboratorium menggunakan sampel biologis seperti darah, serum, plasma, urin, dan tinja.

Dari kedua definisi diatas dapat disimpulkan bahwa laboratorium klinik adalah sebuah tempat dimana didalamnya terdapat alat, peralatan, serta peralatan dan reagen yang digunakan untuk pengujian laboratorium penggunaan sampel biologis untuk mendukung diagnosis penyakit dan pemulihan kesehatan.



Gambar 3.1. Laboratorium Medis

sumber :

<https://www.rsupwahidin.com/rujukan/rujukan.php?i=24>

3.2.2 Klasifikasi Laboratorium Klinik

Menurut Pasal 2 Permenkes RI Nomor 411 tahun 2010, laboratorium klinik dibagi menjadi:

- 1. Laboratorium Klinik Umum**

Laboratorium Klinik Umum adalah tempat untuk melakukan pemeriksaan spesimen klinik dalam bidang hematologi, kimia klinik, mikrobiologi klinik, parasitologi klinik, dan imunologi klinik. Ini dibagi menjadi dua kategori:

- a. Laboratorium Klinik Umum Pratama merupakan laboratorium dengan kemampuan pemeriksaan terbatas dengan teknik sederhana.
- b. Laboratorium Klinik Umum: memiliki kemampuan untuk melakukan pemeriksaan spesimen klinik dengan teknik standar Laboratorium Umum Pratama dan pemeriksaan imunologi.
- c. Laboratorium Klinik Umum Utama adalah laboratorium yang menyediakan layanan pemeriksaan spesimen klinik. Ini memiliki kemampuan pemeriksaan yang lebih lengkap daripada Laboratorium Klinik Umum Madya dan memiliki teknik pemeriksaan otomatis yang lebih baik.

2. Laboratorium Klinik Khusus

Laboratorium Klinik Khusus merupakan laboratorium yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan spesimen klinik pada satu bidang khusus dengan kemampuan tertentu terdiri dari:

a. Laboratorium Mikrobiologi

Laboratorium Mikrobiologi melakukan pemeriksaan mikroskopis, biakan, dan identifikasi bakteri, jamur, virus, dan uji kepekaan.

Manfaat hasil laboratorium klinik menurut (Priyambada, 2008) dari para klinisi selain dapat menentukan diagnosa kausal secara tepat juga ada beberapa keuntungan ganda yaitu:

- 1) Dapat mengetahui jenis mikrobia yang paling sering terlibat sebagai infeksi.
- 2) Dapat memilih antibiotik yang paling tepat untuk pengobatan sehingga penderita cepat sembuh.
- 3) Dapat mengetahui jenis antibiotik yang paling sensitif terhadap bakteri kausal tersebut untuk digunakan sebagai antibiotika empirik dan data pribadi .
- 4) Dapat ikut mencegah peningkatan resistensi bakteri terhadap antibiotik yang akhir-akhir ini telah meningkat dengan pesat.

- 5) Dapat membantu di bagian farmasi dalam menyediakan anti biotik yang diperlukan sehingga mengurangi pemborosan.
- 6) Dapat mengurangi beban biaya perawatan dari penderita yang dirawat di rumah sakit.



Gambar 3.2. Microbiology klinik

Sumber : <https://labcito.co.id/mikrobiologi/>

b. Laboratorium Parasitologi Klinik

Organisme yang disebut parasit hidup di, pada, dan membebani organisme lain yang disebut organisme inang. Parasit dapat berupa satu sel (mikroskopis) atau banyak sel. Parasit dapat ditemukan di darah, sumsum tulang, saluran usus, hati, limpa, kulit, rambut, atau sistem organ lainnya. *Trichomonas vaginalis* adalah parasit protozoa yang paling umum. Ada kemungkinan untuk menemukannya dalam cairan vagina atau uretra, sekresi prostat, atau urin. Untuk mendiagnosis infeksi parasit, dokter harus mengidentifikasi gejala pasien terlebih dahulu sebelum meminta pemeriksaan laboratorium yang sesuai dengan keadaan klinis pasien. Laboratorium yang lebih kecil biasanya tidak dapat memeriksa parasit. Sebaliknya, spesimen dikirim ke laboratorium rumah sakit atau laboratorium rujukan untuk diperiksa dan dideteksi. Tabel di bawah mencantumkan jenis spesimen yang diperlukan untuk mengidentifikasi parasit yang umum (Infolabmed, 2020)

Tabel 3.1. Jenis sampel yang diperiksa untuk mendeteksi adanya parasit

Organisme	Sampel
<i>Trichomonas Vaginalis</i>	Urin, sekresi vagina, sekresi uretra, sekresi prostat
<i>Entamoeba histolytica</i>	Tinja
<i>Giardia Intestinalis</i>	Tinja
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Tinja
<i>Enterobius vermicularis</i>	Swab Perianal
<i>Necator americanus (hookworm)</i>	Tinja
<i>Plasmodium (malaria parasite)</i>	Darah
<i>Toxoplasma</i>	Jaringan, darah

Sumber: <https://tinyurl.com/parasitologi-Klinik-Parasit>



Gambar 3.3. Parasitologi Klinik

Sumber: <https://tinyurl.com/parasitologi-klinik>

- c. Laboratorium Patologi Klinik
Laboratorium Patologi Anatomi membuat preparat sitologi, pulasan khusus sederhana, histopatologi, dan preparat dengan teknik potong beku.

Patologi Anatomi adalah ilmu dasar penyakit dan biomedik yang membahas dasar struktur dari proses penyakit manusia. Untuk mendiagnosis penyakit atau menentukan penyebab kematian, patologi anatomi memeriksa spesimen dari pasien. Laboratorium patologi anatomi berfungsi untuk mendiagnosis penyakit dengan menggunakan jaringan, organ, sel, atau cairan selama proses tertentu. Ahli patologi anatomi memeriksa sampel sel atau jaringan melalui mikroskop dengan cahaya. Hasilnya dilaporkan ke klinisi yang mengirimkan jaringan. Pemeriksaan patologi anatomi mencakup histopatologi, sitologi, potongan beku atau beku, pemeriksaan histologik, imunohistokimia, dan molekuler. Pemeriksaan histopatologi adalah pemeriksaan dengan sampel yang dikumpulkan setelah anestesi pada manusia, binatang hidup atau setelah kematian (otopsi klinik). Untuk mendiagnosis anatomi patologi, pemeriksaan histopatologi adalah standar emas. Periksa sel dengan cairan tubuh, seperti pap smear ginekologi, disebut pemeriksaan sitologi. Selain itu, ada pemeriksaan sitologi non ginekologi, seperti citologi aspirasi *needle fine* (FNAC), pemeriksaan sputum atau dahak, pemeriksaan efusi pleura, biopsi transthoracal (TTB), dan aspirasi *needle transthoracic* (TTNA). (Ramkita, 2022).



Gambar 3.4. Patologi Anatomi

Sumber : <https://tinyurl.com/Patologi-Anatomi>

3.3 Jenis – Jenis Pemeriksaan Laboratorium

Suatu pemeriksaan khusus dengan menggunakan spesimen pasien, dapat berupa jaringan tubuh, seperti darah, urine, atau cairan tubuh lainnya. Pemeriksaan laboratorium dilakukan guna mendeteksi, mendiagnosis dan melakukan pengobatan penyakit. Berikut beberapa jenis pemeriksaan laboratorium yang umum dilakukan:

3.3.1 Hitung Darah Lengkap

Pengambilan darah untuk melihat hasil jenis serta jumlah normal sel-sel darah antara lain erytrosit, leukosit, dan trombosit. Hasil pemeriksaan ini diperlukan untuk mengevaluasi gejala seperti kelemahan, kelelahan, dan memar serta dapat mendiagnosis anemia, leukemia, malaria, dan infeksi (Makarim, 2021).

Komponen – komponen pada pemeriksaan ini antara lain

- 1. Leukosit untuk melawan infeksi
- 2. Eritrosit
- 3. Trombosit yang membantu pembekuan darah
- 4. Hemoglobin (Hb) yang merupakan zat pembawa oksigen pada eritrosit
- 5. Hematokrit, persentase sel darah merah pada darah

Pada tabel 3.2 merupakan tabel hasil hitung darah lengkap yang normal pada laki-laki dan perempuan dewasa secara umum :

Tabel 3.2. Hasil hitung darah lengkap normal untuk laki-laki dan perempuan

Jenis sel darah	Jumlah sel darah
Leukosit	Berkisar antara 3400–9600 sel per mikroliter
Erytrosit	Pria berkisar antara 4,35–5,65 juta sel per mikroliter
	Wanita berkisar antara 3,92–5,13 juta sel per mikroliter
Sel keping darah	Pria berkisar antara 135–317 juta sel per mikroliter
	Wanita berkisar antara 157–

Jenis sel darah	Jumlah sel darah
	371 juta sel per mikroliter
Hemoglobin	Pria berkisar antara 13,2–16,6 gram per desiliter
	Wanita berkisar antara 11,6–15 gram per desiliter
Hematokrit	Pria memiliki hematokrit 38,3–48,6%
	Wanita antara 35,5 dan 44,9%

Sumber : (Pittara, 2022)

3.3.2 Prothrombin Time

Pemeriksaan ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan darah membeku. Pemeriksaan proses koagulasi ini mengevaluasi keberadaan dan fungsi masing-masing dari lima faktor pembekuan darah yang berbeda. Pemeriksaan Ini tidak hanya memiliki kemampuan untuk mendeteksi kelainan perdarahan, tetapi juga dapat digunakan untuk mengawasi penggunaan obat yang mencegah pembekuan darah. (Makarim, 2021)

Hasil tes waktu prothrombin dapat disajikan dalam dua cara yaitu:

1. Dalam Hitungan detik

Kisaran waktu pembekuan darah rata-rata adalah antara sepuluh hingga tiga belas detik. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa darah membutuhkan waktu lebih lama dari biasanya untuk membeku, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan bahwa darah membeku lebih cepat dari biasanya.

2. Sebagai INR

Pada orang sehat, INR 1,1 atau lebih rendah dianggap normal. Kisaran INR 2,0 hingga 3,0 umumnya merupakan kisaran terapi yang efektif bagi orang yang memakai warfarin untuk gangguan tertentu. Gangguan ini termasuk fibrilasi atrium atau bekuan darah di kaki atau paru-paru. Dalam situasi tertentu, seperti memiliki katup jantung mekanis, Anda mungkin memerlukan INR yang sedikit lebih tinggi . Ketika INR lebih tinggi dari kisaran yang disarankan, itu berarti darah menggumpal lebih

lambat dari yang diinginkan. INR yang lebih rendah berarti darah menggumpal lebih cepat dari yang diinginkan.

Arti dari hasil pembekuan darah antara lain :

1. Pembekuan terlalu lambat

Darah yang terlalu lambat membeku disebabkan beberapa hal yaitu obat masalah hati, pengencer darah, kadar protein yang belum mencukupi membuat penggumpalan darah, vitamin K kurang, ataupun zat lain dalam darah yang mencegah kerja faktor pembekuan.

2. Darah terlalu cepat membeku

Pembekuan yang terlalu cepat dikarenakan beberapa hal yaitu vitamin K yang terdapat di suplemen, makanan yang mengandung vitamin K, seperti hati, brokoli, buncis, teh hijau, kangkung, lobak hijau dan produk yang mengandung kedelai serta Obat-obatan yang mengandung estrogen, seperti pil KB dan terapi penggantian hormon.

(Sandhya Pruthi, 2022)

3.3.3 Tes Darah Panel Metablik Dasar

Pemeriksaan ini bisa memantau glukosa dalam darah, elektrolit, dan fungsi ginjal. Pemeriksaan ini dengan menentukan kadar gula, garam, potasium, kalsium, klorida, CO_2 , nitrogen urea darah, dan creatinin. Sebelum dilakukan pemeriksaan ini pasien tidak diperbolehkan makan dan minum sampai 12 jam sebelum melakukan tes ini.

Beberapa fungsi dari pemeriksaan ini antara lain :

1. Blood urea nitrogen digunakan mengukur jumlah nitrogen dalam darah untuk memverifikasi fungsi ginjal
2. Kreatinin digunakan terkait kinerja ginjal.
3. Tingkat albumin, diukur untuk mengetahui perubahan protein yang dapat terjadi pada masalah kesehatan ginjal dan *hepar*.
4. Kadar CO_2 , diperiksa untuk mendeteksi permasalahan tentang fungsi paru-paru dan ginjal
5. Natrium, digunakan untuk mengevaluasi seberapa banyak garam di tubuh.

6. Kalsium, membantu menentukan adanya masalah tulang ginjal atau paratiroid (Makarim, 2021).

3.3.4 Pemeriksaan Albumin dalam Darah

Dalam pemeriksaan ini, fungsi hati dinilai. Sekitar 60 persen yang terdapat di plasma darah adalah albumin, yang dibuat oleh hati (liver). Gangguan pada ginjal atau hati dapat memengaruhi kadar albumin dalam darah. Beberapa tanda kadar albumin yang mengalami penurunan antara lain : penurunan berat badan yang signifikan; pembengkakan di area tertentu antara lain mata, perut (asites), dan kaki; penyakit kuning; dan kelelahan yang parah yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari. Selain itu, pemeriksaan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah kesehatan tambahan seperti pankreatitis kronis atau penyakit ginjal.

Hasil dari pemeriksaan ini dikatakan normal apabila kadar normal albumin darah berada pada rentang 3,4-5,4 (g/dL). Abnormal albumin tinggi atau meningkat bisa disebabkan oleh diare parah, dehidrasi, atau kondisi lain yang menguras persediaan cairan dalam tubuh, makan makanan dengan kandungan protein tinggi, minum obat-obatan tertentu yang berpengaruh pada kadar protein dalam darah. Abnormal albumin rendah disebut dengan hypoalbuminemia bisa disebabkan oleh asupan gizi yang buruk (malnutrisi), penyakit ginjal, penyakit hati, penyakit autoimun (lupus atau rheumatoid arthritis), sindrom malabsorpsi gastrointestinal (sariawan tau *crohn's disease*), diabetes, hipertiroid, gagal jantung dan adanya luka atau perdarahan. (Nurin, 2021)

3.3.5 Pemeriksaan Asam Urat

Pemeriksaan yang dilakukan untuk memastikan tingkat asam urat dalam darah atau urine. Pemeriksaan asam urat dilakukan dengan dua metode: pemeriksaan asam urat dalam darah dan urin. Batas normal asam urat pada laki-laki adalah 3,4-7,6 mg/dL dan pada anak-anak adalah 2,0-5,5 mg/dL. (Makarim, 2021)

3.3.6 Pemeriksaan Kolesterol, HDL Kolesterol, Trigliserida

Pemeriksaan kolesterol disebut juga dengan panel lipid atau profil lipid yaitu salah satu pemeriksaan yang penting yang digunakan untuk mengukur lemak dalam darah termasuk kolesterol dan trigliserida dengan pemeriksaan ini bisa memberikan informasi tentang risiko penyakit jantung dan pembuluh darah. Kadar lemak yang tinggi dalam darah dapat meningkatkan risiko pembentukan plak dalam pembuluh darah, Hal ini dapat menyebabkan penyakit jantung coroner, serangan jantung ataupun stroke.

Macam – macam pemeriksaan kolesterol antara lain:

1. *Low Density Lipoprotein (LDL)*
LDL disebut juga kolesterol jahat, kolesterol ini yang berpotensi menyebabkan penumpukan plak lemak pada pembuluh darah arteri sehingga memicu berbagai penyakit kardiovaskular.
2. *High Density Lipoprotein (HDL)*
HDL disebut dengan kolesterol baik yang dapat membantu menghilangkan kadar LDL sehingga dapat mencegah penumpukan plak lemak pada pembuluh darah arteri dan melancarkan aliran darah.
3. Total Kolesterol
Merupakan pemeriksaan untuk mengetahui kadar kolesterol keseluruhan gabungan kadar kolesterol LDL dan HDL di dalam darah.
4. Trigliserida
Trigliserida merupakan salah satu jenis lemak di dalam darah yang bertugas menyimpan kalori serta memberikan energi untuk tubuh. Namun, jika kadarnya melebihi batas normal, trigliserida berisiko menyebabkan penyakit jantung dan stroke. Normalnya hasil trigliserida tidak lebih dari 150 mg/dL.

Tabel 3.3. Kadar kolesterol Normal menurut Umur dan gender

Gender	Umur < 19 tahun	Usia > 20 tahun
Laki – laki	Total kolesterol : kurang dari 170 mg/dL LDL : kurang dari 110 mg/dL HDL : lebih dari 45 mg/dL	Total kolesterol : antara 125–200 mg/dL LDL : kurang dari 100 mg/dL HDL : lebih dari 40 mg/dL
Wanita	Total kolesterol : sekitar 170 mg per dL LDL : kurang dari 110 mg/dL HDL : lebih dari 45 mg/dL	Total kolesterol : antara 125–200 mg/dL LDL : kurang dari 110 mg/dL HDL : lebih dari 50 mg/dL

Sumber : (Makarim, 2021)

3.3.7 Pemeriksaan Glukosa

Pemeriksaan yang bertujuan untuk mengukur kadar gula (glukosa) dalam darah. Jenis – jenis pemeriksaan gula darah antara lain :

1. Pemeriksaan gula darah sewaktu
Pemeriksaan ini menunjukkan hasil yang lebih cepat namun kurang efektif, hasilnya adalah
 - a. Normal : < 200 mg/dL
 - b. Prediabetes : 140 – 199 mg/dL
 - c. Diabetes : > 200 mg/dL
2. Pemeriksaan gula darah puasa
Pemeriksaan yang dilakukan setelah 8-12 jam berpuasa, hasilnya adalah
 - a. Normal : < 99 mg/dL
 - b. Prediabetes : 100 – 125 mg/dL
 - c. Diabetes : > 126 mg/dL

3. Pemeriksaan gula darah 2 jam setelah makan
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui sensitivitas hormon insulin dalam mengontrol gula darah, hasilnya adalah
 - a. Bukan pengidap : < 140 mg/dL
 - b. Pengidap diabetes : > 180 mg/dL
4. Tes toleransi glukosa oral (TTGO)
Sebelum pasien melakukan pemeriksaan diharuskan berpuasa selama 8 jam, kemudian minum cairan glukosa sebanyak 75 mg, pemeriksaan dilakukan setelah 2 jam, hasilnya adalah
 - a. Normal : lebih dari 140 mg/dL
 - b. Prediabetes : antara 140 sampai dengan 199 mg/dL
 - c. Diabetes : lebih dari 200 mg/dL
5. Pemeriksaan Hemoglobin A1c
Pemeriksaan ini dilakukan guna mengukur glukosa darah pada tiga bulan terakhir, hasilnya adalah
 - a. Normal : kurang dari 5,7 %
 - b. Prediabetes : antara 5,7 sampai dengan 6,4 %
 - c. Diabetes : lebih dari 6,5 %

3.3.8 Pemeriksaan Golongan Darah

Pemeriksaan ini digunakan untuk mengevaluasi jenis darah seseorang. Sistem jenis darah yang sering digunakan yaitu ABO dan Rh. Sistem ABO terdiri dari O, dan A, B, AB. Di sisi lain, Sistem Rh membagi golongan darah menjadi dua yaitu Rh negatif (-) dan Rh positif (+), dengan kombinasi kedua sistem ini, terdapat delapan golongan darah antara lain A+, A-, B+, B-, AB+, O+, dan O-.



Gambar 3.5. Pemeriksaan Golongan Darah

Sumber : <https://tinyurl.com/pemeriksaan-golongan-darah>

3.3.9 Pemeriksaan HbsAg

Pemeriksaan HbsAg merupakan pemeriksaan yang bertujuan untuk melihat adanya virus hepatitis B. Jika hasilnya positif maka pasien tersebut mengidap hepatitis B dan berisiko menularkan virus hepatitis B ke orang lain

3.3.10 Pemeriksaan Kehamilan

Selama kehamilan pemeriksaan laboratorium kehamilan berarti bagi ibu yang sedang hamil karena bisa melakukan deteksi awal untuk ibu hamil. Jenis pemeriksaan kehamilan pada ibu hamil antara lain pemeriksaan darah menyeluruh, pemeriksaan gula darah, pemeriksaan golongan darah, tes skrining infeksi, deteksi kelainan genetik misal penyakit sel sabit, thalasemia, hemofilia, pemeriksaan hemoglobin, pemeriksaan toxoplasmosis, rubella cytomegalovirus, herpes simpleks, dan HIV (TORCH), pemeriksaan *Veneral Disease Research Laboratory* (VDRL) pemeriksaan pada infeksi sifilis, pemeriksaan *Non-Invasive Prenatal Testing* (NIPT) digunakan untuk kelengkapan kromosom pada janin.

3.3.11 Pemeriksaan Urin Rutin

Pemeriksaan urin merupakan jenis pemeriksaan yang menggunakan sampel urin. Contoh sederhananya yakni urine

berwarna keruh dapat mengindikasikan adanya infeksi, urine berwarna pekat menunjukkan dehidrasi, dan urine berbau manis mengindikasikan penyakit diabetes melitus. Selain itu, peningkatan kandungan protein dalam urine bisa menjadi tanda penyakit ginjal.

3.3.12 Pemeriksaan Napza

Pemeriksaan Napza digunakan untuk menilai adanya penyalahgunaan zat terlarang. Berikut beberapa jenis pemeriksaan narkoba menurut (Bella, 2023) yang biasanya dilakukan :

1. Sampel urin

Pemeriksaan urin umumnya digunakan untuk mengetahui sebagian tipe narkoba semacam kokain, ganja, nikotin dan barbiturat. lama pemeriksaan membutuhkan waktu sekitar 1 jam.

2. Sampel darah

Pemeriksaan narkoba dengan sampel darah jauh lebih efektif dibanding dengan urin, biasanya digunakan untuk mengidentifikasi kokain, ganja, amfetamin, morfin, dan heroin memerlukan waktu satu jam untuk dilakukan pemeriksaannya.

3. Sampel air liur

Prosedur ini melibatkan pengambilan specimen lendir pada nasofaring, yakni area di antara tenggorokan dan hidung. Teknik ini juga disebut sebagai uji swab. Pemeriksaan narkoba dengan saliva digunakan untuk mengidentifikasi ragam narkoba seperti ganja, *benzodiazepine*, *barbiturate* dan *methamphetamine*. membutuhkan waktu sekitar satu hari untuk hasil pemeriksaannya.

4. Sampel rambut

Pemeriksaan narkoba menggunakan sampel rambut dianggap lebih efektif daripada metode pemeriksaan lain. Hasil tes dari specimen rambut diperoleh dalam waktu relatif cepat yakni sekitar 24–72 jam setelah pengujian dilakukan. Tes ini mampu mengetahui berbagai jenis narkoba, termasuk *opioid*, *ganja*, *phencyclidine*, *kokain*, dan *amfetamin*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bella, A. 2023. *4 Jenis Tes Narkoba Beserta Prosedurnya*, alodokter. Available at: <https://www.alodokter.com/4-jenis-tes-narkoba-beserta-prosedurnya>.
- Infolabmed. 2020. 'Parasitologi Klinik | Parasit dan Pemeriksaannya'. Available at: <https://www.infolabmed.com/2020/08/parasitologi-klinik-parasit-dan.html>.
- Kemenkes. 2021. 'Laboratorium'. Available at: <https://upk.kemkes.go.id/new/layanan/laboratorium>.
- Makarim, dr. F.R. 2021. Pemeriksaan Laboratorium: Tujuan, Jenis, dan Prosedur, halodoc. Available at: <https://www.halodoc.com/artikel/pemeriksaan-laboratorium-tujuan-jenis-dan-prosedur>.
- Nurin, F. 2021, *Pemeriksaan Albumin*. Available at: <https://hellosehat.com/kelainan-darah/darah-lainnya/pemeriksaan-albumin/>.
- Pittara. 2022. Hitung Darah Lengkap, Ini yang Harus Anda Ketahui. Available at: <https://www.alodokter.com/hitung-darah-lengkap-ini-yang-harus-anda-ketahui>.
- Prijambada, P.D. 2008. 'Peran Laboratorium Mikrobiologi Klinik Dalam Upaya Pengendalian Resistensi Mikroba Terhadap Antibiotika Di Rumah Sakit'.
- Ramkita, dr. N. 2022. 'Penanganan Jaringan Patologi Anatomi'. Available at: https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/285/penanganan-jaringan-patologi-anatomi#:~:text=Patologi Anatomi merupakan laboratorium khusus,cairan melalui proses sistematis tertentu.
- Sandhya Pruthi. 2022. Prothrombin time test. Available at: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/prothrombin-time/about/pac-20384661>.
- Santoso, W. et al. 2008. Pedoman Praktik Laboratorium Kesehatan yang Benar (Good Laboratory Practice). Jakarta.
- Seyoum, B. 2006. 'LECTURE NOTES Introduction to Medical Laboratory Technology', (December), pp. 1–168.
- Sukorini et al. 2010. *Pemantapan Mutu Internal Laboratorium Klinik*. Yogyakarta: Alfa Media Yogyakarta.

BAB 4

HUKUM TERMODINAMIKA DALAM PELAYANAN KEBIDANAN

Oleh Yuli Admasari

4.1 Pengertian

Termodinamika berasal dari bahasa Yunani, yaitu *Thermos* berarti panas dan *dynamic* berarti perubahan. Termodinamika berhubungan dekat dengan mekanika statistik dimana banyak hubungan termodinamika berasal. Maka dapat disimpulkan bahwa termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari fenomena-fenomena tentang energi yang berubah-ubah karena pergiliran panas dan usaha yang dilakukan (Tinungki *et al*, 2023). Secara sederhana termodinamika dapat digambarkan sebagai panas yang berarti energi yang berpindah dan dinamika yang berhubungan dengan pergerakan, sehingga pada intinya adalah termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari Bergeraknya energi dan bagaimana energi dapat bergerak. Menurut sejarah, ilmu termodinamika telah digunakan oleh manusia mulai abad ke-3 sebelum masehi. Hero adalah seorang penemu yang menggunakan ilmu termodinamika untuk membuka gerbang kuil Alexandria (Syaka and Riyadi, 2020).

Menurut Waitz dalam Perdana *et al* (2023) proses yang melibatkan perubahan temperatur, transformasi energi serta hubungan antara panas dan kerja merupakan gambaran dari termodinamika. Hukum pertama termodinamika adalah salah satu hukum alam yang mendasar berkaitan dengan prinsip kekekalan energi, yaitu selama interaksi energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain namun jumlah total energi akan tetap konstan. Hukum kedua termodinamika menyebutkan bahwa energi mempunyai kualitas dan kuantitas serta aktual proses terjadi ke arah penurunan kualitas energi. Setiap kali ada interaksi antara

energi dan materi, maka proses ini juga melibatkan termodinamika (Hillert dalam Perdana et al., 2023) .

Termodinamika merupakan akar dari beberapa cabang ilmu fisika. Dalam mempelajari termodinamika bukan hanya fenomena suhu tetapi juga tuntunan logika, sifat-sifat gas dan larutan padat serta reaksi kimia (Gabriel, 1996) Dalam termodinamika hanya mempelajari besaran-besaran makroskopik yang tidak memerlukan asumsi-asumsi khusus. Yang termasuk dalam besaran makroskopik diantaranya Tekanan (p), Volume (V), Temperatur (θ) dan Energi Internal (U) (Dewi, 2022)

4.2 Sistem dalam Termodinamika

Sistem dalam termodinamika merupakan bagian dari subjek pembahasan atau pusat perhatian yang diamati perubahannya dalam hal energi dan entropinya. Di luar sistem dikenal sebagai lingkungan yang didefinisikan sebagai segala sesuatu yang tidak termasuk dalam sistem atau segala keadaan di luar sistem (Nadia, 2019). Dikenal 3 bentuk sistem yang umum dijumpai, yaitu :

4.2.1 Sistem Terbuka

Pada sistem ini, baik untuk energi maupun materi, dapat terjadi pertukaran antara sistem dengan lingkungan. Seperti minuman berupa air teh manis panas. Air (materi) akan mengalir dalam bentuk uap ke lingkungan demikian juga panas (energi) yang ada dalam teh dapat berpindah ke lingkungan sampai terjadi kesetimbangan uap dan suhu antara air teh dan lingkungannya. Pada sistem ini :

1. Terjadi pertukaran materi (n) sistem dan lingkungan sehingga $dn \neq 0$
2. Terjadi pertukaran energi (E) sistem dan lingkungan sehingga $dE \neq 0$

4.2.2 Sistem Tertutup

Suatu sistem yang dibatasi dengan dinding impermeable yang memungkinkan pertukaran energi, tapi tidak dengan pertukaran materi sistem. Sebagaimana air panas dalam alat kompres tertutup rapat. Air dalam alat kompres tidak dapat keluar

dalam bentuk uap kelingkungan, sementara panas dari air dapat menembus dinding kompres. Pada sistem ini:

1. Tidak terjadi pertukaran materi (n) sistem dan lingkungan sehingga $dn=0$
2. Terjadi pertukaran energi (E) sistem dan lingkungan sehingga $dE \neq 0$

4.2.3 Sistem Terisolasi

Suatu keadaan sistem dimana baik energi maupun materi sistem tidak dapat bertukar antara sistem dengan lingkungan. Sebagaimana air dalam termos yang tertutup rapat. Baik air maupun panas dari air yang berada dalam termos tidak dapat berpindah ke lingkungan. Pada sistem ini :

1. Tidak terjadi pertukaran (n) sistem dan lingkungan sehingga $dn = 0$
2. Tidak terjadi pertukaran energi (e) sistem dan lingkungan sehingga $de=0$

4.3 Hukum-Hukum Termodinamika

4.3.1 Hukum Awal (Zeroth Law) Termodinamika

Hukum awal menyatakan bahwa dua sistem dalam keadaan setimbang dengan sistem ketiganya, maka sistem ketiganya tersebut dalam keadaan setimbang satu sama lain. Hal ini berarti bahwa apapun zat atau materi benda akan memiliki keseimbangan termal satu sama lain atau bisa dikatakan kesetimbangan termal berlaku secara universal (Alfaris *et al.*, 2022).

Hal ini terjadi dikarenakan kalor yang terdapat pada sistem berupa partikel bervariasi, partikel tersebut berpindah dan mengalirkan energinya ke partikel disebelahnya. Contohnya apabila ada tiga buah benda A, B dan C, dengan kondisi awal benda sebelum bersentuhan diasumsikan tidak sama (tidak terjadi kesetimbangan). Setelah bersentuhan, maka akan terjadi kesetimbangan antara benda A=B, maka benda C juga akan setimbang dengan A/B .

4.3.2 Hukum Termodinamika I (Kekekalan Energi)

Hukum termodinamika I menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah

bentuk energinya saja (Alfaris *et al.*, 2022). Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa kalor dan kerja mekanik dapat saling tukar antara sistem/zat dengan lingkungannya, maka sejumlah kerja mekanik dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kalor, dan sebaliknya. Dengan demikian, energi panas/kalor (Q) yang diberikan oleh lingkungan ke sistem sama dengan kerja eksternal (W) yang dilakukan sistem ditambah dengan perolehan energi dalam sistem (ΔU) karena kenaikan suhu

4.3.3 Hukum Termodinamika II (Arah Reaksi Sistem)

Terdapat dua pernyataan tokoh pada hukum termodinamika II ini. Yang pertama adalah pernyataan Kelvin-Planck adalah *“tidak mungkin untuk sebuah alat/ mesin yang beroperasi dalam sebuah siklus yang menerima panas dari sebuah reservoir tunggal dan memproduksi”*. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada sebuah mesin kalor yang dapat mengubah semua panas yang diterima dan kemudian mengubahnya menjadi kerja (Syaka and Riyadi, 2020).

Yang kedua adalah pernyataan Clausius yaitu *“adalah tidak mungkin membuat sebuah alat beroperasi dalam sebuah siklus tanpa adanya efek dari luar untuk mentransfer panas dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi”*. Pernyataan ini mengimplikasikan bahwa membuat sebuah alat siklus yang dapat memindahkan panas dari bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi adalah tidak mungkin dibuat. Hal tersebut mungkin terjadi asalkan ada efek luar yang dalam kasus tersebut dilakukan/diwakili oleh kompresor yang mendapat energi dari energi listrik misalnya (Syaka and Riyadi, 2020).

4.3.4 Hukum Termodinamika III

Hukum III Termodinamika menyatakan bahwa entropi suatu sistem mendekati nilai konstan ketika suhu mendekati nol absolut. Entropi sistem pada nol absolut biasanya nol, dan dalam semua kasus hanya ditentukan oleh jumlah kondisi dasar yang dimilikinya. Secara khusus, entropi zat kristal murni (urutan sempurna) pada suhu nol absolut adalah nol. Pernyataan ini berlaku jika kristal sempurna hanya memiliki satu keadaan dengan energi minimum. Nernst (1906) telah melakukan eksperimen pada temperatur nol,

yang menghasilkan dua kesimpulan yang kemudian diberi nama hukum termodinamika ketiga atau disebut hukum Nernst. Kesimpulan tersebut adalah $T=0.K$ (nol absolut) perubahan entropy (zat homogen yang isotropic) adalah sama dengan konstan. Yang kedua adalah pada $T=0$ mutlak maka koefisien dari seluruh substansi cenderung kepada nol (Andriyani, Triana and Juliarti, 2015).

4.4 Penerapan Termodinamika dalam Kebidanan

Penerapan ilmu termodinamika dalam pelayanan kebidanan mungkin tidak langsung terlihat, tetapi termodinamika dapat memberikan pemahaman yang berguna dalam beberapa aspek pelayanan kebidanan. Termodinamika adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari perubahan energi dan perpindahan panas antara sistem, dan meskipun awalnya dikembangkan untuk memahami proses-proses fisika dan kimia, konsep-konsepnya dapat diterapkan dalam berbagai konteks, termasuk pelayanan kebidanan.

Berikut ini adalah ilmu termodinamika yang diterapkan dalam ilmu kebidanan :

4.4.1 Penerapan Ernegi Panas

Trasnfer panas atau perpindahan panas merupakan salah satu dari disiplin ilmu teknik termal yang mempelajari cara menghasilkan panas, menggunakan panas, mengubah panas dan menukarkan panas di antara sistem fisik (Asriwati, 2017).

1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan energi panas (kalor) yang tidak diikuti dengan zat perantaranya (Andriyani, Triana and Juliarti, 2015). Sebagian besar penghantar panas tubuh berlangsung dengan proses konduksi yang melalui sel dan cairan serta dibantu oleh sirkulasi cairan tersebut dan darah. Zat cair dapat menghasilkan panas, tetapi kapasitasnya dalam menghantarkan panas dibatasi oleh struktur molekulnya. Pada zat cair, molekul bergerak lebih bebas dibandingkan zat padat, sehingga kontak antar molekul tidak sedekat yang terjadi pada zat padat karena pengaturannya kurang terstruktur. Zat cair dapat menyerap panas dalam jumlah besar tetapi tidak dapat

menghantarkannya sebagaimana mestinya untuk dapat dikatakan sebagai konduktor yang baik. Dapat disimpulkan bahwa konduksi ini merupakan transfer panas dengan prinsip bahwa benda yang lebih panas mengalir ke benda yang lebih dingin. Pemindahan energi panas total tergantung dari pada luas daerah kontak, perbedaan temperatur, lama melakukan kontak dan material konduksi panas

Berdasarkan Jati (2020) metode konduksi dapat diterapkan dalam pengobatan, antara lain adalah :

- a. Botol atau kantong berisi air panas dapat digunakan dalam mengurangi rasa nyeri di daerah perut, misalnya pada kasus nyeri menstruasi
- b. Handuk panas digunakan untuk daerah otot yang sakit, misalnya pada kasus spasme otot
- c. Mandi uap (*turkish baths*) yang berperan untuk relaksasi otot
- d. Lumpur panas (*mud packs*) bersifat menghantarkan panas dari luar ke tubuh sehingga tubuh tidak kehilangan panas
- e. *Wax bath* yang dapat digunakan untuk merendam kaki pada kaum lansia

2. Radiasi

Untuk pemanasan permukaan tubuh serupa dengan pemanasan dengan sinar matahari atau nyala api. Berikut adalah penerapan radiasi dalam pelayanan kesehatan :

- a. *Electric fire*
 - 1) *Old type fire* : memiliki daya 750 W, range radiasi antara merah mendekati infra red, lebih umum digunakan untuk *home treatment*
 - 2) *Pencil Bar Tipe* : menggunakan reflector rectangular dan shape like acoustic type
- b. Infra merah
 - 1) Memakai lampu pijar berkisar antara 250-2000 W, diberi filter merah

- 2) Gelombang infra red yang dipakai antara 800-40.000 nm
- 3) Penetrasi energi/ gelombang pada kulit $\pm$ 3mm dan meningkat di permukaan kulit
- 4) Lebih efektif bila dibandingkan dengan metode konduksi panas karena penetrasi energi panas ke jaringan lebih dalam

3. Metode Elektromagnetis

a. *Short wave diathermy* (diatermi gelombang pendek)

Digunakan pada kram otot, nyeri pada intervertebrale disk, penyakit degeneratif pada persendian radang bursa. Terdapat dua macam metode elektromagnetis, yaitu :

- 1) Teknik kondensor (*conductor technique*) : bagian tubuh sebelah menyebelah diletakan dua metal plate like electrode. Pada permukaan electrode diberikan larutan elektrolit. Dengan adanya aliran AC (bolak balik), molekul tubuh menjadi agitasi karena kenaikan temperatur.
- 2) Diatermi metode induksi (*inductothermy*) : bagian tubuh akan dipanasi, dililitkan dengan kabel, lalu dilairi dengan listrik. Frekuensi yang dipakai 1 MHz

b. *Micro wave diathermy* (diatermi gelombang makro)

Digunakan untuk patah tulang (fraktur), sprains dan strains, bursitis, radang tendon, artritis. Penggunaan *micro wave diathermy* lebih mudah dari pada *short wave diathermy* karena *micro wave diathermy* merupakan gelombang radio dengan ossilasi pada frekwensi sangat tinggi. Energi terletak antara *short wave diathermy* dan infra merah. Berdasarkan penelitian ditemukan bahwa frekwensi 900MHz akan lebih efektif digunakan dan untuk menghasilkan frekwensi ini menggunakan magnetron. (Maydianasari *et al.*, 2020).

c. Gelombang Ultrasonik

Metode lain yang dapat digunakan untuk memperoleh energi panas adalah gelombang ultrasonik. Gelombang ini

berbeda dengan gelombang magnetis. Gelombang ultrasonik diperoleh dari gelombang bunyi (audible sound) dengan frekwensi mendekati 1MHz. Selain digunakan dalam bidang pengobatan, gelombang ini dimanfaatkan untuk keperluan diagnostik (Gabriel, 1996).

4.4.2 Penerapan Energi Dingin

Cold therapy adalah pemanfaatan dingin untuk mengobati nyeri dan mengurangi gejala peradangan lainnya. Istilah *cryotherapy* digunakan untuk penggunaan terapi dingin yang sangat ekstrim, biasanya menggunakan cairan nitrogen yang digunakan sebagai anesthetic-analgesia.

Kriogenik merupakan pengetahuan dan teknologi yang menghasilkan dan menggunakan suhu yang sangat rendah. Sedangkan kriobiologi merupakan bidang ilmu yang mempelajari efek suhu rendah pada bidang biologi dan kedokteran. Efek patologis tersebut antar lain krioadhesia (menghasilkan adhesi) dan krionekrosis (merusak karingan), efek hemostasis dan efek anatesia (Gabriel, 1996).

Sejak 2.500 tahun sebelum masehi penggunaan temperatur rendah sudah mulai dikenal. Pada tahun 1840 John Gorrie berhasil mendinginkan udara menggunakan “*air conditioning*” yang diperuntukan penderita malaria. Selain itu, tokoh ini berhasil mencairkan udara (-196°C) pada tahun 1877 dan pada tahun 1908 mencairkan helium pada temperatur -269°C . Termos untuk menyimpan material dalam keadaan panas dan dingin telah ditemukan oleh James Dewar pada tahun 1892. Penggunaan temperatur rendah untuk operasi mulai berkembang abad XX yang dikenalkan oleh Cooper untuk mengontrol gerakan-gerakan penderita parkinson. Penggunaan temperatur rendah dalam bidang kedokteran :

1. Penyimpanan darah (bank darah)
2. Penyimpanan sperma (bank sperma)
3. Penyimpanan bone marrow (sumsum tulang)
4. Penyimpanan jaringan tubuh lainnya
5. Penyimpanan obat-obatan termasuk vaksin untuk imunisasi

4.4.3 Thermografi untuk diagnosis

Berdasarkan setiap benda memancarkan radiasi, maka pada tahun 1950 telah ada usaha untuk membuat termogram dari infra red radiasi permukaan tubuh manusia, teknik ini banyak digunakan dalam bidang klinik (Gabriel, 1996). Berikut ini adalah beberapa penyakit yang dapat didiagnosis menggunakan teknik termografi antara lain :

1. *Carcinoma mamma* (kanker payudara)
2. *Vascular disease* (penyakit pembuluh darah)
3. *Follow up* pada penderita post operatif oleh karena diabetes
4. *Cerebral vascular disease*
5. *Arthritis acuta*
6. *Patello* (femoral pain/ nyeri persendian lutut)
7. *Primary erythralgia*

Terangnya bayangan hasil termografi ditentukan oleh temperatur, posisi dari layar disesuaikan dengan areal tubuh yang akan diskanning. Pada CRT (display) daerah panas akan ditunjukkan sebagai bayangan hitam atau putih. Syarat yang perlu diperhatikan pada waktu akan melakukan termografi adalah

1. Pakaian penderita harus dilepaskan sebelum melakukan termografi
2. Penderita sebelumnya harus ditempatkan dalam ruangan yang suhunya 21°C selama 20 menit, dengan tujuan agar penderita adaptasi terlebih dahulu sehingga waktu melakukan termografi akan tampak kontras yang jelas. Untuk memperoleh gambaran termografi yang jelas tidak cukup dengan termografi yang monokontras sebaiknya pakai color termografi/termografi yang berwarna.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaris, L. *et al.* 2022. *Termodinamika Tinjauan Teoritis dan Praktik*. Edited by R. Pido. Bandung: Indie Press.
- Andriyani, R., Triana, A. and Juliarti, W. 2015. *Buku Ajar Biologi Reproduksi dan Perkembangan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Asriwati. 2017. *Fisika Kesehatan dalam Keperawatan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Dewi, R.P. 2022. *Termodinamika*. Magelang: Pustaka Rumah Cinta.
- Gabriel, J.F. 1996. *Fisika Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Jati, B.M.E. 2020. *Pengantar Fisika Kedokteran*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Maydianasari, L. *et al.* 2020. *Buku Ajar Fisika Kesehatan dan Biokimia dalam Praktik Kebidanan*. Yogyakarta: Universitas Rispatri Yogyakarta.
- Nadia, L. 2019. *Modul 01: Termodinamika*. Universitas Terbuka.
- Perdana, A.T. *et al.* 2023. *Termodinamika*. Edited by N. Sulung and I. Melisa. Padang: Getpress Indonesia.
- Syaka, D.R.B. and Riyadi. 2020. *Pengantar Termodinamika untuk Siklus Tenaga*. Jember: UNJ Press.
- Tinungki, Y.L. *et al.* 2023. *Ilmu Biomedik Dasar*. Edited by P.I. Daryaswanti. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

BAB 5

PENGATURAN SUHU TUBUH

Oleh Andri Tri Kusumaningrum

5.1 Pengertian

Suhu tubuh adalah terdiri dari keseimbangan antara panas yang diproduksi dan yang dilepaskan oleh tubuh (Ernawati, 2012).

Temperatur tubuh :

1. Relatif bersifat konstan. Pada pagi hari, suhu tubuh paling rendah dan meningkat pada siang atau malam hari.
2. Hasil pengukuran lebih rendah jika lebih dekat dengan permukaan tubuh. Suhu tubuh di pusat (body care) lebih tinggi dari pada di permukaannya..
3. Suhu normal dapat berbeda dari satu orang ke orang lain dan berbeda jika diukur dari area tubuh yang berbeda.
4. Suhu tubuh pada anak-anak kurang stabil.

Tabel 5.1. Suhu tubuh yang kurang stabil pada anak – anak

Usia	Suhu Tubuh
3 Bulan	37,4°C
6 Bulan	37,5°C
1 Tahun	37,6°C
3 Tahun	37,2°C
5 Tahun	37°C
9 Tahun	36,7°C

Sumber : (Ernawati, 2012)

Proses fisiologis dan perilaku mengatur keseimbangan suhu tubuh. Agar suhu tubuh tetap dalam batasan normal, harus memperhatikan hubungan antara produksi dan pengeluaran panas..

Jenis suhu tubuh, menurut Chris Brooker (2008), dua jenis suhu tubuh manusia adalah sebagai berikut: 1) Suhu inti, adalah suhu jaringan dalam tubuh seperti kranium, thorax, rongga perut dan pelvis. 2) Temperatur permukaan; kulit, jaringan subcutan, dan

lemak memiliki suhu yang berbeda, yang meningkat atau menurun tergantung pada reaksi terhadap lingkungan (W. F.Ganong, 2002).

Suhu oral manusia normal adalah 37°C; namun, dalam penelitian terhadap remaja normal, suhu oral mereka rata-rata 36,7°C dengan simpang baku 0,2° derajat, yang menunjukkan bahwa 95% orang dewasa muda memiliki suhu oral 36,3 hingga 37,1°C pada pagi hari. Suhu masing-masing bagian tubuh sangat berbeda dan sangat berbeda dari suhu lingkungannya. Bagian tubuh yang paling ekstrim biasanya lebih dingin daripada yang lainnya. Suhu rongga perut dipertahankan secara ketat pada 32°C. Suhu ini dapat menggambarkan suhu dasar tubuh (Suhu inti) dan paling tinggi.

Tabel 5.2. Variasi suhu tubuh pada orang yang sama

	Oral (Mulut)	Axial (Ketiak)	Rectal (Anus)
Suhu rata-rata	37°C	36,4°C	37,6°C
Rentang	36,5-37,5°C	36 - 37°C	37-38,1°C

Sumber : (W.F.Ganong, 2002)

5.1.1 Prinsip dan Mekanisme dari Termoregulasi

1. Prinsip dari termoregulasi kontrol neural dan vascular

Hipotalamus, yang berada di antara hemisfer serebral, bertanggung jawab untuk mengontrol suhu tubuh dengan cara yang mirip dengan thermostat di rumah. Sistem panas beroperasi pada suhu yang nyaman. Hipotalamus anterior mengatur produksi panas dan pengeluaran panas, dan hipotalamus posterior mengatur suhu tubuh. Impuls dikirim untuk menurunkan suhu tubuh jika sel panas di hipotalamus anterior melebihi set point. Berkeringat, vasodilatasi (pelebaran) pembuluh darah, dan hambatan produksi panas adalah mekanisme pengeluaran panas. Darah didistribusi kembali ke pembuluh darah permukaan untuk meningkatkan pengeluaran panas. Mekanisme konservasi berfungsi ketika hipotalamus posterior

menganggap suhu tubuh lebih rendah dari set point. Penyempitan pembuluh darah, atau vasokonstriksi, mengurangi aliran darah ke kulit dan ekstremitas. Kontraksi otot untuk mengimbangi produksi panas distimulasi volunter dan getaran pada otot. Menggigil terjadi ketika vasokonstriksi tidak berhasil mencegah lebih banyak panas keluar dari tubuh. Trauma atau cedera pada hipotalamus atau korda spinalis, yang mengirimkan sinyal ke hipotalamus, dapat menyebabkan perubahan suhu yang signifikan.

Mekanisme dari termoregulasi :

a. Produksi panas

Tubuh menghasilkan panas melalui metabolisme, yang merupakan reaksi kimia pada semua selnya. Metabolisme digerakkan sebagian besar oleh makanan. Termoregulasi membutuhkan proses produksi panas yang normal. Adenosine trifosfat (ATP) diperlukan untuk melakukan reaksi kimia sel. Laju metabolisme meningkat selama aktivitas yang membutuhkan reaksi kimia tambahan. Panas tambahan akan dihasilkan saat metabolisme meningkat. Panas dihasilkan lebih sedikit saat metabolisme menurun. Termogenesis, getaran otot, dan gerakan otot polos menghasilkan panas tanpa menggigil.

b. Pengeluaran panas

Produksi dan pengeluaran panas terjadi secara bersamaan atau secara bersamaan karena struktur kulit dan paparan terhadap lingkungan. Pelepasan panas biasanya disebabkan oleh:

- 1) Radiasi; Perpindahan panas dari satu objek ke permukaan objek lainnya tanpa bersentuhan antara keduanya dikenal sebagai "perpindahan panas" (Thibodeau dan Patton, 1993). Gelombang elektromagnetik mengangkut panas. Panas masuk ke kulit dan pembuluh darah permukaan melalui aliran darah dari organ internal inti. Tingkat vasokonstriksi dan vasodilatasi yang dikontrol oleh

hipotalamus menentukan jumlah panas yang dibawa ke permukaan. Panas menyebar ke kulit setiap objek yang lebih dingin. Suhu yang berbeda antara tempat juga meningkatkan penyebaran.

- 2) Konduksi; Perpindahan panas langsung dari satu benda ke benda lain. Kehilangan panas konduktif berhenti ketika kulit hangat kontak langsung dengan benda yang lebih dingin. Namun, ketika suhu dua benda sama, kehilangan panas terhenti. Panas berkonduksi melalui benda padat, gas, dan cair. Kehilangan panas biasanya terjadi karena sedikit kondensasi.
- 3) Konveksi; Panas dikonduksi oleh molekul udara saat bersentuhan langsung dengan kulit. Ini dikenal sebagai perpindahan panas. Ketika kecepatan arus udara meningkat, kehilangan panas meningkat.
- 4) Evaporasi; penguapan terus menerus dari kulit, mukosa mulut, dan saluran pernafasan. Kehilangan air yang tidak dapat dirasakan adalah kehilangan air yang tidak terlihat dan terus menerus. Kehilangan panas yang tidak dirasakan adalah 10% dari produksi panas basal. Jumlah evaporasi untuk kehilangan meningkat seiring dengan suhu tubuh.
- 5) Diaphoresis; perspirasi visual pada dahi dan thoraks atas. Di bawah dermis kulit, anda akan menemukan kelenjar keringat. Kelenjar yang mensekresi keringat, larutan berair yang mengandung natrium dan klorida, melewati duktus kecil di permukaan kulit. Sistem saraf simpatis bertanggung jawab atas pengendalian kelenjar. Untuk mempercepat kehilangan panas, suhu tubuh yang rendah menghambat sekresi kelenjar keringat karena suhu tubuh meningkat, kelenjar keringat mengeluarkan keringat yang menguap dari kulit.

c. Kulit pada regulasi tubuh

Kulit mengontrol suhu melalui sensasi suhu, vasokonstriksi (yang mempengaruhi aliran darah dan kehilangan panas dari kulit), dan isolasi (mengisolasi) tubuh. Tubuh menghasilkan panas melalui kulit, jaringan subkutan, dan lemak. Kulit adalah insulator terbaik ketika aliran darah antara lapisannya berkurang.

Ketika terpajan pada suhu ekstrim, manusia bertindak secara tidak sadar untuk mempertahankan suhu tubuh yang nyaman. Kemampuan untuk mengendalikan suhu tubuh dipengaruhi oleh :

- 1) Perubahan suhu yang ekstrim.
- 2) Kemampuan seseorang untuk merasa nyaman atau tidak nyaman.
- 3) Proses mental atau emosional.
- 4) Kemampuan seseorang untuk bergerak atau menambahkan pakaian.

5.1.2 Pengaturan Suhu Tubuh

Menurut W.F.Ganong (2002), gerakan otot, asimilasi makanan, dan semua proses vital menghasilkan panas dalam tubuh manusia. Tingkat metabolisme adalah sumber panas ini. Ada tiga bagian utama sistem pengaturan suhu tubuh, yaitu:

1. Sensor kulit
2. Inti integrator yang terletak di hypothalamus
3. Sistem efektor yang mengontrol pembuangan panas dan produksi

Sebagian besar penangkap atau sensori terletak di kulit. Panca indra kulit mendeteksi dingin dengan lebih efisien daripada panas. Thermoreseptor sebagian besar terletak di kulit dan otak, dan neuron thermosensitif di Preoptik – Anterior Hypothalamus (PO-AH) merasakan suhu darah yang mengalir melalui area pembuluh darahnya.

Di hypothalamus anterior dan posterior, dua syaraf bertemu dari berbagai reseptor tepi untuk mengatur aktivitas yang dibutuhkan untuk mengimbangi suhu tubuh. Neuron di

hipothalamus melakukan berbagai tindakan, termasuk vasodilatasi perifer dan berkeringat, sebagai tanggapan terhadap peningkatan suhu tubuh. Untuk mempertahankan panas, berbagai peristiwa seperti vasokonstriksi perifer, piloereksi, peningkatan metabolisme, dan menggigil dibutuhkan untuk menurunkan suhu sekitar. Saat kulit seluruh tubuh menjadi sangat dingin, tiga proses fisiologis membantu meningkatkan suhu: 1) Menggigil, yang meningkatkan produksi panas; 2) Berkeringat, yang mencegah kehilangan panas; dan 3) Vasokonstriksi, yang mengurangi kehilangan panas.

Area preoptik hipothalamus menempatkan integrator hipothalamus, yang bertanggung jawab atas suhu inti. Sensor di hipothalamus mengeluarkan sinyal saat mendeteksi panas untuk menurunkan suhu, meningkatkan pengeluaran panas, dan produksi panas. Saat sensor dingin dirangsang, sinyal ini juga dikeluarkan untuk meningkatkan produksi panas dan mengurangi pengeluaran panas. Hipotalamus mengirimkan sinyal yang melibatkan reseptor yang peka terhadap suhu dingin, seperti yang terlibat dalam vasokonstriksi Menggigil dan melepaskan epinefrin, yang meningkatkan metabolisme sel dan menghasilkan panas. Ketika reseptor yang peka terhadap panas di hipothalamus dirangsang, sistem efektor mengeluarkan sinyal, yang menyebabkan berkeringat dan vasodilatasi perifer. Pusat vasomotor pada medulla oblongata tangkai otak, dikontrol oleh hipotalamik, mengontrol ukuran pembuluh darah (Wolf, 2009). Menurut AC Gayton (2000), orang dengan sadar akan melakukan penyesuaian yang tepat ketika sistem ini dirangsang. Ini dapat berupa memutar kipas di dalam untuk meningkatkan suhu atau memakai pakaian tambahan untuk menanggapi suhu yang lebih rendah.

Menurut Gayton (2000), mekanisme persyarafan umpan balik mengatur hampir seluruh suhu tubuh, dan hampir semua mekanisme ini terjadi di hipothalamus, pusat pengaturan suhu. Selain itu, pendetektor suhu harus tersedia untuk mengetahui kapan suhu tubuh menjadi sangat panas atau sangat dingin. Dalam Diana Weedman (2004), juga dibahas tentang fungsi Reticulo Formation sebagai tempat inti bertemu di batang otak

dan menerima berbagai input dari sumsum tulang belakang, termasuk informasi tentang suhu kulit yang menuju hipotalamus. Hipotalamus memiliki banyak reseptor intrinsik, termasuk osmoreseptor dan thermoregulator, yang berfungsi untuk memantau suhu ion dan keseimbangannya.

5.1.3 Konsep “*set point*” Untuk Pengaturan Temperatur

Menurut Yohmi (2008), ada perubahan signifikan dalam kecepatan kehilangan panas dan pembentukan panas pada temperatur inti tubuh yang kritis ketika suhunya hampir 37,1°C. Jika suhunya lebih tinggi dari 37,1°C, kecepatan kehilangan panas lebih cepat daripada pembentukan panas, sehingga suhu tubuh turun dan kembali ke 37,1°C.

5.1.4 Gangguan Pengaturan Suhu Tubuh

Sebagaimana dinyatakan oleh Chris Brooker (2008), gangguan yang berkaitan dengan pengaturan suhu tubuh manusia adalah sebagai berikut:

1. Pireksia dan Hiperpireksia

Pireksia, yang ditandai dengan suhu antara 37,6-40°C, dan hiperpireksia, yang ditandai dengan suhu lebih tinggi dari 40°C, adalah kondisi utuhnya mekanisme termoregulasi tubuh, tetapi suhu tubuh tetap tinggi. Infeksi adalah penyebab utama pireksia, dan penyebab lain termasuk dehidrasi, beberapa obat, keganasan, pembedahan trauma berat, infark miokardium akut, reaksi transfusi darah, gagal jantung, dan hipertiroid.

2. Hipertermia

Kehilangan mekanisme termoregulasi menyebabkan suhu tubuh inti meningkat. Disfungsi hipotalamus adalah hasil dari masalah dengan sistem saraf pusat (SSP). Ini menyebabkan koagulasi, konvulsi, dan kerusakan saraf pada suhu 41-43° °C.

3. Hipotermia

Hipotermia dapat memengaruhi hampir semua proses metabolisme jika suhu inti di bawah 35°C. Derajat hipotermia dibagi menjadi kategori berikut:

- a. Ringan (Suhu Tubuh 32-35°C)
- b. Sedang (Suhu Tubuh 28-31,9°C)
- c. Berat (Suhu Tubuh 20-27°C)

5.1.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Suhu Tubuh

Ada sejumlah variabel yang memengaruhi suhu tubuh, menurut Asmadi (2008). Ketika faktor fisiologis atau perilaku mengganggu hubungan antara produksi panas dan kehilangan panas, suhu tubuh berubah dalam rentang normal. Faktor-faktor ini termasuk tetapi tidak terbatas pada :

1. Umur

Saat lahir bayi meninggalkan tempat tinggalnya yang hangat dan hampir tetap menuju tempat yang bersuhu fluktuatif pada saat lahir. Sistem kontrol suhu masih jauh dari siap. Suhu tubuh bayi dapat sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu lingkungannya. Regulasi tidak stabil sampai anak mencapai pubertas. Suhu tubuh orang dewasa lebih rendah daripada orang dewasa awal, dan rentang suhu normal turun secara bertahap seiring bertambahnya usia Olahraga

Segala jenis olahraga dapat meningkatkan produksi panas dan metabolisme karena aktivitas otot memerlukan peningkatan suplai darah dan pemecahan karbohidrat dan lemak.

2. Keadaan Hormon

Suhu tubuh wanita biasanya lebih tinggi dibandingkan pria karena perubahan hormon yang terjadi selama siklus menstruasi. Selama siklus menstruasi, kadar progesteron meningkat dan menurun secara bertahap. Saat kadar progesteron rendah, suhu tubuh sedikit di bawah batas normal.

3. Irama sirkadian

Suhu tubuh wanita biasanya lebih tinggi dibandingkan pria karena perubahan hormon yang terjadi selama siklus menstruasi. Selama siklus menstruasi, kadar progesteron meningkat dan menurun secara bertahap. Saat kadar progesteron rendah, suhu tubuh sedikit di bawah

batas normal.

4. Stres

Stres fisik dan emosional meningkatkan suhu tubuh melalui stimulasi hormonal dan persarafan. Perubahan fisiologis ini menyebabkan panas meningkat. Suhu tubuh pasien dapat lebih tinggi dari normal saat berada di rumah sakit atau di klinik dokter.

5. Lingkungan

Suhu tubuh klien mungkin naik dalam ruangan yang sangat panas karena mekanisme pengeluaran panasnya tidak berfungsi, sehingga suhunya naik. Sebaliknya, suhu tubuh klien akan turun jika dia pergi ke cuaca yang lebih dingin tanpa mengenakan pakaian yang tepat (Kozier, 2000). Namun, menurut Barbara R. Hegner (2003). Namun, menurut Barbara R. Hegner (2003), suhu tubuh dipengaruhi oleh :

- a. Penyakit
- b. Suhu lingkungan
- c. Obat – obatan
- d. Usia
- e. Infeksi
- f. Jumlah waktu dalam sehari
- g. Latihan
- h. Emosi
- i. Kehamilan
- j. Siklus Menstruasi
- k. Aktivitas Menangis

5.2 Kontrol *Feedback* Negatif Pada Suhu Tubuh

Sistem kontrol harus memiliki respon untuk mengubah variabel untuk menjaga kontrol perubahan, seperti suhu. Efektor adalah respons jaringan; sistem kontrol fisiologi mungkin memiliki lebih dari satu efektor, dan masing-masing efektor harus menerima kontrol informasi input. Efektor akan mendorong informasi ini untuk meningkatkan atau menurunkan respons utamanya. Komponen sistem kontrol kedua, integrator, atau pusat integrasi (IC), berfungsi untuk mengontrol efektor. IC ini juga bertanggung jawab untuk membuat keputusan dengan menggunakan data suhu

Thermoreseptor, sensor yang mendeteksi suhu, mengirimkan informasi ini ke hipotalamus untuk diproses. Beberapa neuron di hipotalamus juga peka terhadap suhu. Hipotalamus secara langsung mengawasi suhu darah yang mengalir melalui otak, yang membuatnya berperan penting dalam proses (Nowak, 2009).

Perubahan suhu tubuh

Set point di hipotalamus dipengaruhi oleh perubahan suhu tubuh di luar rentang normal. Perubahan ini menyebabkan produksi panas yang berlebihan, pengeluaran yang berlebihan, dan produksi panas minimal. Pengeluaran panas minimal, atau setiap kombinasi dari ketiga perubahan ini, mencakup:

1. Demam
Mekanisme pengeluaran panas tidak dapat mempertahankan tingkat produksi panas yang berlebihan, menyebabkan hiperpireksia atau demam.
2. Kelelahan akibat panas
Diaphoresis yang banyak menyebabkan kehilangan cairan yang berlebihan dan elektrolit. Disebabkan oleh panas yang terpajan.
3. Hipertermia
adalah peningkatan suhu tubuh karena tubuh tidak dapat menghasilkan lebih banyak panas atau menurunkannya. Kondisi bawaan yang disebut hipotalamus malignam atau tumor ganas adalah ketidakmampuan untuk mengontrol produksi panas, yang terjadi pada individu yang rentan terhadap penggunaan obat-obatan anestetik tertentu.
4. Heatstroke
Paparan yang lama terhadap sinar matahari atau suhu tinggi dapat mengganggu mekanisme pengeluaran panas.
5. Hipotermia
Paparan dingin terus menerus menyebabkan pengeluaran panas.

Faktor yang mempengaruhi produksi panas

Beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan atau penurunan produksi panas tubuh, antara lain:

1. *Basal Metabolisme Rate (BMR)*
Pemanfaatan energi tubuh untuk memelihara aktivitas tubuh seperti bernafas (BMR) meningkat karena cedera, demam, dan infeksi. Suhu tubuh klien akan meningkat sebagai hasil dari peningkatan metabolisme tubuh.
2. Aktivitas otot
Menggigil adalah salah satu contoh aktivitas otot yang dapat meningkatkan tingkat panas tubuh sebanyak lima kali.
3. Peningkatan produksi tiroksin
Hipotalamus melepas faktor pelepasan sebagai reaksi terhadap dingin. Tiroksin meningkatkan nilai metabolisme sel di seluruh tubuh dan menghasilkan panas.
4. Termogenesis kimia
Perangsangan panas yang dihasilkan oleh sirkulasi norepinephrine atau oleh perangsangan syaraf simpatis.
5. Demam
Metabolisme sel dapat ditingkatkan dengan demam. Reaksi kimia meningkat rata-rata 120% untuk setiap kenaikan suhu 10%..

Fisiologi kulit pada regulasi suhu (A.C.Gayton, 2007).

Peran kulit dalam mempertahankan suhu meliputi:

1. Isolasi tubuh
2. Pembuluh darah ; Vasokonstriksi
3. Sensasi suhu

Kulit, jaringan subkutan, dan lemak berfungsi sebagai pemasok panas. Panas menyebar dari darah ke permukaan kulit melalui dinding pembuluh darah dan menguap ke udara, tetapi suhu inti tubuh tetap aman.

Hipotalamus menginstruksikan pembuluh darah untuk melebarkan jika suhu tubuh tinggi, dan sebaliknya.

Dibandingkan dengan reseptor panas, kulit memiliki lebih banyak reseptor dingin untuk mendeteksi suhu di

permukaan. Jika kulit terasa dingin, reseptor ini mengirimkan informasi ke hipotalamus, yang kemudian merespons dengan menggigil, meningkatkan suhu melalui vasokonstriksi pembuluh darah.

5.3 Lokasi Pengukuran Suhu Tubuh (WHO, 2005)

1. Rectal Atau Anus

Temperatur dimasukkan ke rektum anak. Cara ini dianggap paling dekat dengan suhu sentral. Namun, ketika suhu setral meningkat atau menurun secara tiba-tiba, suhu rektal berubah lebih lama dan dapat berbeda dari suhu sentral. Baik bayi baru lahir maupun orang yang mengalami diare tidak disarankan untuk mengharapkan hasil pemeriksaan rektal. Menurut metode pengukuran Canadian Paediatric Society (2004), suhu tubuh normal adalah $36,6^{\circ}$ hingga 38°C . Tahan selama 3 hingga 7 menit pada bagian rektal atau anus.



Gambar 5.2. Termometer Rectal

a. Keuntungan

- 1) Jika pengukuran suhu oral tidak bisa dilakukan, hasil lebih akurat
- 2) Menghasilkan suhu inti

b. Kerugian

- 1) Pengukuran suhu ini dilakukan lebih lambat selama

perubahan suhu yang cepat

- 2) Kontraindikasi ; klien dengan bedah rektal, kelainan rektal, nyeri rektal, atau resiko perdarahan
- 3) Menimbulkan rasa malu dan ansietas klien
- 4) Risiko terjebak dalam cairan tubuh
- 5) Membutuhkan pelumas atau lubrikasi

2. Oral

Memasukkan termometer ke mulut anak. Cara ini jarang digunakan karena membutuhkan kerja sama dengan anak-anak. Suhu makanan atau minuman dalam mulut sering mengganggu hasil pengukuran. Menurut metode pengukuran oral Canadian Paediatric Society (2004), suhu tubuh normal adalah $35,5^{\circ}\text{C}$ - $37,5^{\circ}\text{C}$. Kita dapat memeriksanya pada bagian mulut kita selama 3-10 menit untuk mengambilnya dan melihat hasilnya.



Gambar 5.3. Termometer Oral



Gambar 5.4. Termometer Oral

Keuntungan

- 1) Mudah, tidak membutuhkan posisi khusus
- 2) Klien merasa nyaman
- 3) Hasil suhu tubuh akurat

Kerugian

- 1) Dipengaruhi oleh makanan / minuman
- 2) Kontraindikasi : pasien yang bernafas lewat mulut, klien bedah oral, riwayat epilepsi, trauma oral, tidak boleh dilakukan pada (bayi, anak kecil, menangis, konfusi, tidak sadar, tidak kooperatif).
- 3) Resiko terpapar cairan pada area mulut.

3. Aksila

Dengan cara menyelipkan termometer di ketiak. Sensitivitasnya bervariasi, tetapi metode ini mudah dilakukan dan nyaman bagi anak. Jenis termometer, lama pengukuran, dan suhu lingkungan memengaruhi pemeriksaan aksila. Suhu aksila biasanya lebih rendah dari $0,5^{\circ}\text{C}$ daripada suhu rektal dan membran timpani. Menurut metode pengukuran Canadian Paediatric Society (2004), suhu tubuh normal adalah $34,7-37,3^{\circ}\text{C}$ dengan pengukuran aksila. Tahan selama 5-15 menit pada bagian aksila atau ketiak.



Gambar 5.5. Termometer Aksila

a. Keuntungan

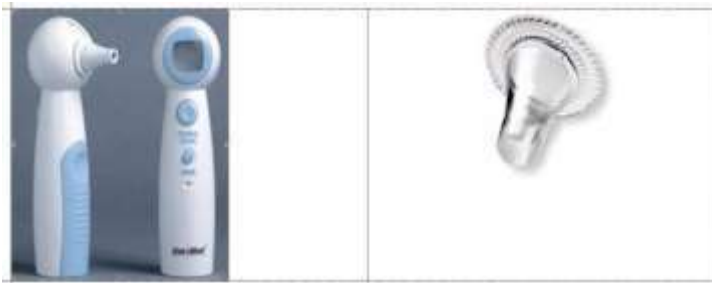
- 1) Aman
- 2) Pemeriksaan pada bayi baru lahir, dan klien yang tidak kooperatif

b. Kerugian

- 1) Cukup lama waktu pengukurannya
- 2) Perlu bantuan perawat untuk mempertahankan posisiklien
- 3) Tertinggal dalam pengukuran suhu inti pada waktu perubahansuhu yang cepat

4. Aural Atau Telinga

Untuk mengukur suhu tubuh anak, termometer inframerah dimasukkan ke dalam lubang telinga. Karena arteri terhubung ke pusat termoregulasi (kemampuan tubuh untuk mempertahankan suhu dalam batas sehat tertentu), membran timpani adalah tempat yang ideal untuk mengukur suhu inti. Akan tetapi, ada beberapa kekurangan. Lubang telinga yang melengkung membuat mencapai membran timpani lebih sulit, terutama pada bayi baru lahir, dan perbedaan dalam model termometer inframerah dapat menyebabkan hasil yang tidak konsisten. Menurut metode pengukuran yang ditetapkan oleh Canadian Paediatric Society (2004), suhu tubuh normal adalah $35,8^{\circ}\text{C}$ - 38°C .



Gambar 5.6. Termometer Aural Atau Telinga

5.4 Mekanisme Penurunan Temperatur Bila Tubuh Terlalu Panas

Menurut (Laurie Cree, 2005), bahwa sistem pengaturan temperatur tubuh menggunakan tiga mekanisme penting untuk menurunkan panas tubuh ketika temperatur menjadi sangat tinggi:

1. Vasodilatasi

Pembuluh darah kulit berdilatasi pada hampir semua area tubuh. Ini disebabkan oleh vasokonstriksi yang terjadi ketika pusat simpatis terhalang pada hipotalamus posterior. Kecepatan pemindahan panas ke kulit akan delapan kali lipat dengan vasodilatasi penuh, yang dilakukan oleh sel anterior hipotalamus.

2. Berkeringat

Ketika temperatur tubuh meningkat di atas titik kritis 370 °C, efek peningkatan temperatur yang menyebabkan berkeringat menunjukkan kecepatan kehilangan panas melalui evaporasi, yang dihasilkan dari berkeringat. Peningkatan 10 °C menyebabkan kehilangan keringat sebanyak sepuluh kali lipat dari kecepatan metabolisme basal yang diperlukan untuk menghasilkan panas dalam tubuh.

3. Penurunan Pembentukan Panas

Mekanisme seperti thermogenesis dan menggigil menghalangi pembentukan panas berlebihan..

5.5 Febris

1. Defenisi Febris

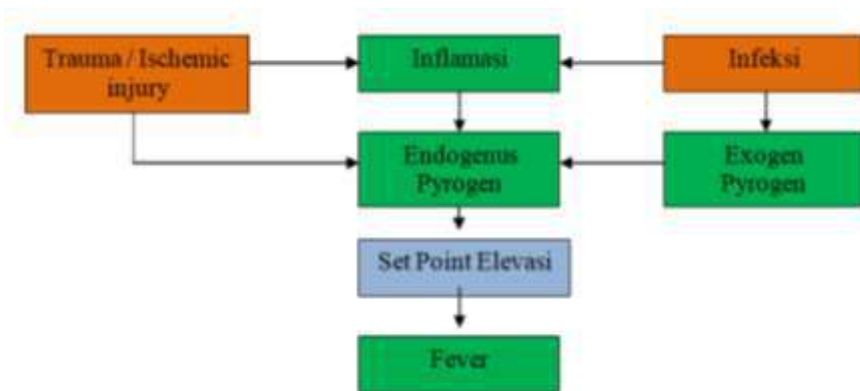
Suhu inti tubuh yang meningkat hingga 38,3⁰ Celcius (rectal) dikenal sebagai febris atau demam. Peningkatan suhu pada orang demam mengingatkan pada beberapa masalah dengan sistem pengaturan suhu. Faktanya, sistem beroperasi secara normal, tetapi pada dasar set point baru. Pada demam, set point IC diatur naik, yang menyebabkan efektor meningkatkan suhu tubuh. Tanda dan gejala utama demam serupa dengan respons yang diantisipasi terhadap penurunan suhu tubuh pada set point. Vasokonstriksi dermal, yang berarti mengembalikan kehilangan panas di suhu tinggi, menyebabkan pucat dan dingin. Peningkatan suhu tubuh terjadi karena mekanisme pengeluaran panas tidak dapat mempertahankan kecepatan pengeluaran kelebihan produksi panas. Perubahan titik set hipotalamus menyebabkan febris (Nowak, 2008).

2. Patofisiologi

Hipotalamus akan dipengaruhi oleh zat pirogen seperti virus dan bakteri, yang menghasilkan set point baru yang lebih tinggi yang dapat menanggapi suhu tinggi. Ketika titik baru atau suhu mencapainya, menggigil akan berakhir. Jika titik baru melebihi batas atau pirogen hilang, periode febris akan dimulai, yang memicu vasodilatasi pembuluh darah dan menyebabkan kulit menjadi hangat dan kemerahan sampai suhu turun dan diaforesis.

3. Mekanisme Dasar Terjadinya Febris

Pireksia dikaitkan dengan beberapa jenis penyakit. Ini menunjukkan bahwa sumber eksternal dapat secara langsung memengaruhi pusat regulasi suhu tubuh dihipotalamus dengan menaikkan set point. Tetapi itu bukan masalah. Ini menunjukkan bahwa sejumlah elemen eksternal mendorong pola respons umum, yang menghasilkan set point yang lebih besar. Meskipun banyak pertanyaan tentang tahap intermediet proses, satu hal yang jelas adalah bahwa setiap jernis faktor produksi demam dapat menghasilkan produksi dan pelepasan pirogen internal, yang merupakan zat yang menyebabkan demam. Pirogen indogen (EP) ini memiliki sisa kejadian yang sangat penting untuk mengubah set point suhu pada hipotalamus.



Gambar 5.7. Mekanisme Endogenous Pyrogen (EP) Dalam Patogenesis. Sumber : (W.F. Ganong, 2002)

a. Pirogen Eksogen

Jika tubuh menerima substansi eksogen, host dapat menstimulasi pirogen eksogen, yang dapat menyebabkan demam. Ini disebut pirogen eksogen. Endotoksin, sebuah bagian dari lipopolisakarida (LPS) dinding sel bakteri gram negatif, adalah prototipe pirogen eksogen. Membran lipid bagian luar bakteri ini terdiri dari LPS, yang hanya terhubung ketika bakteri itu terluka atau mati. Sterilisasi panas dengan bakteri gram negatif tidak akan menghasilkan efek pirogenik karena LPS adalah panas stabil. Fungsi LPS dapat menyebabkan demam infeksi jika diberikan kepada manusia. Ini adalah masalah yang sering terjadi dengan cairan intravena, terutama pada kasus di mana mekanisme dasar demam pada awalnya tidak diketahui. Jika cairan disiapkan dalam kondisi steril dan dirawat secara khusus untuk memindahkan kembali LPS, hal ini dapat dicegah. Ketika manusia secara sempurna sensitif terhadap LPS, area luas dari organisme lain dan substansi dapat berfungsi sebagai pirogen eksogen. Organisme seperti virus, bakteri, dan jamur serta area luas dari substansi antigen atau toksik dapat berfungsi sebagai pirogen eksogen. Pirogenik adalah efek beberapa obat, seperti yang disebabkan oleh kelebihan dosis (seperti aspirin, atropine, chlorpromazine), atau karena sensitifitas pasien (seperti cimetidin, ibuprofen, penicillin). Disini, aspirin menarik karena biasanya digunakan sebagai antipiretik.

b. Pirogen Endogen

Untuk menstimulasi produksi dan pengeluaran pirogen endogen (EP), eksogen pirogen menggunakan isinya untuk menyebabkan demam. Respon inflamasi terhadap reseptor dihipotalamus menyebabkan perubahan atau peralihan pada titik suhu tertentu. EP termasuk IL-1 (Interleukin-1), TNF α (Tumor Nekrosis Faktor), dan IFN α (Interferon). Sel fagosit tubuh pada dasarnya menghasilkan dan mengeluarkan pirogen endogen. Kecuali pada tumor maligna, sel nonfagosit pada tumor ini (seperti leukemia dan

penyakit Hodgkin) dapat melepaskan EP dalam respon pada stimulasi pirogenik. Mekanisme ini dapat menjelaskan kebanyakan kasus demam pada pasien tumor, tetapi mekanisme lain mungkin lebih baik. Setelah tanda stimulasi sel fagosit, EP hanya dilepaskan setelah berhenti. Suhu tubuh siap untuk meningkat, waktu keterlambatan terakhir ini sekitar satu jam. Setelah stimulasi, EP dapat dilepaskan sampai 15 jam. Tanda pireksia hanya butuh beberapa menit. EP bekerja pada penjelasan mekanisme regulasi suhu hipotalamus anterior menerima stimulasi dari reseptor hangat dan dingin di kulit, pusat tubuh, dan hipotalamus, seperti yang terjadi pada EP. Kemudian, kombinasi sensor atau thermostat ini mengirimkan signal ke hipotalamus posterior, yang tampaknya memenuhi titik sistem. Hipotalamus posterior mengontrol permukaan dan temperatur pusat secara konstan. Dikenal untuk menyimpang dari kumpulan titik dan kemudian mengirimkan output ke kortikal hipotalamus dan pusat batang otak, yang memungkinkan respons korektif.

Beberapa tahap intermediasi (perantara), termasuk prostaglandin E (PGE), nonamin (Serotonin spesifik), c AMP (*Cyclic Adenosin Monophosphate*), dan mungkin c GMP (*Cyclic Guanosine Monophosphate*), memastikan bahwa suhu terhubung ke signal intra hipotalamus. Sintesis prostaglandin adalah cara IL-1, TNF α , dan INF α bekerja. Faktanya, peningkatan prostaglandin dalam darah yang dapat dikaitkan dengan inflamasi menyebabkan peningkatan set point di jalan yang sama di mana serotonin atau cAMP dimasukkan ke hipotalamus (Nowak, 2008).

c. Indikasi Demam

Menurut (Niken Jayanthi, 2011), Indikasi demam adalah :

- 1) Suhu tubuh meningkat
- 2) Kulit terba panas, kemerahan
- 3) Pingsan
- 4) Nyeri kepala
- 5) Nausea

6) Kejang

d. Mekanisme Penurunan Temperatur Bila Tubuh Terlalu Panas

Menurut (Laurie Cree, 2005), sistem pengaturan temperatur tubuh menggunakan tiga mekanisme penting untuk menurunkan panas ketika temperatur menjadi sangat tinggi.

1) Vasodilatasi

Pembuluh darah kulit berdilatasi di seluruh tubuh. Ini disebabkan oleh vasokonstriksi yang terjadi ketika pusat simpatis terhalang pada hipotalamus posterior. Vasodilatasi penuh, yang dilakukan oleh sel anterior dari hipotalamus, akan meningkatkan kecepatan pemindahan panas ke kulit tujuh kali lipat.

2) Berkeringat

Ketika temperatur tubuh meningkat di atas temperatur kritis 37°C, efek peningkatan temperatur yang menyebabkan berkeringat menunjukkan kecepatan kehilangan panas melalui evaporasi yang dihasilkan dari berkeringat. Setiap kenaikan suhu tubuh sebesar 1 derajat Celcius menyebabkan sejumlah besar keringat hilang, yang menghasilkan 10 kali lebih banyak metabolisme basal dari pembentukan panas tubuh.

3) Penurunan Pembentukan Panas

Thermogenesis dan menggigil adalah mekanisme yang sangat dihambat yang menghasilkan panas berlebihan.

e. Pola Febris

1) Terus menerus

Tingginya menetap lebih dari 24 jam bervariasi 1-2°C

2) *Intermiten*

Febris memuncak secara berseling dengan suhu normal, suhu kembalinormal dalam 24 jam.

3) *Remitten*

Febris memuncak dan turun tanpa kembali ke suhu normal

4) *Relaps*

Episode demam diselingi dengan tingkat suhu normal

f. Klasifikasi Febris

- 1) *Low grade* : 38-39°C
- 2) *Moderate* : 39-40°C
- 3) *High-grade* : 40-41,1°C
- 4) *Hiperpyrexia* : >41,1°C

g. Beberapa hal yang perlu dilakukan pada saat suhu tubuh meningkat

- 1) Observasi suhu setiap 4-6 jam
- 2) Banyak beri minum/cairan, berupa air putih, susu, sari buah, atau air teh. Tujuannya adalah agar cairan tidak menguap karena suhu badan meningkat.
- 3) Hindari mengenakan pakaian yang terlalu tebal.
- 4) Kompres hangat atau dingin pada lipatan tubuh meliputi ketiak, dahi, dan lipatan paha.
- 5) Berikan obat antipiretik/ penurun panas sesuai advis dokter atau jika suhu di atas 37,5°C (Sophia Theophilus, 2000).

DAFTAR PUSTAKA

- Ganong W. Review of medical physiology. 21st ed. California: McGraw Hill company; 2003.
- Kasper D, Fauci A, Longo D, Braunwald E, Hauser S, Jameson J. Harrison's principles of internal medicine. 16th ed. New York: McGraw-Hill companies; 2005.
- Scanlon V, Sanders T. Essentials of anatomy and physiology. Fifth ed. Philadelphia: FA Davis company; 2007.
- Guyton A. Textbook of medical physiology. Eleventh ed. Pennsylvania: Elsevier saunders; 2006.
- Despopoulos A, Silbernagl S. Color atlas of physiology. 5th ed. New York: Thieme; 2003.
- Sherwood L. Human physiology from cells to systems. Fifth ed. California: Thomson Brooks/cole; 2004.

BAB 6

HIDRODINAMIKA DAN PENERAPANNYA DALAM PELAYANAN KEBIDANAN

Oleh Arshy Prodyanatasari

6.1 Definisi Hidrodinamika

Fluida adalah sebuah zat yang dapat mengalir dan dapat berubah bentuk secara terus menerus jika terkena tekanan atau gaya geser (Suryanto, 2023). Fluida merupakan zat yang merujuk ke zat cair (cairan) dan gas (uap). Sedangkan mekanika fluida merupakan cabang ilmu yang mempelajari tentang gaya dan gerakan yang terjadi pada fluida, dimana gaya tersebut dapat menghasilkan gerakan dan sebaliknya. Fluida meliputi cairan yang mengalir di bawah pengaruh gravitasi sampai menempati daerah terendah yang mungkin dari penampungannya dan gas yang dapat mengembang mengisi penampungannya tanpa memperhitungkan bentuknya (Hani, 2010). Fluida sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu (Rahman, 2021):

1. Fluida Ideal, memiliki karakteristik:
 - a. Tidak kompresibel (tidak mengalami perubahan volume akibat adanya tekanan)
 - b. Tidak ada gesekan saat bergerak
 - c. Memiliki aliran stationer (aliran konstan)
2. Fluida Sejati, memiliki karakteristik:
 - a. Kompresibel (volume atau massa jenisnya berubah ketika diberikan tekanan)
 - b. Gesekan antara fluida dengan dinding tabung diperhitungkan
 - c. Aliran tidak stationer (turbulen atau bergejolak)

Fluida dianggap sebagai satu kesatuan materi yang kontinyu (*fluid as continuum*) yang dibagi secara tidak terbatas dengan mengabaikan perubahan perilaku molekul secara individual. Fluida gas dan cair sangat berperan penting dalam kehidupan manusia. Gaya yang bekerja pada fluida dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Gaya permukaan (*surface force*), yaitu gaya yang bekerja pada batas/permukaan fluida melalui kontak fisik. Gaya permukaan terdiri dari gaya tekan (tekanan) dan gaya geser.
2. Gaya Badan (*body force*), yaitu gaya yang bekerja tanpa kontak fisik, dimana gaya tersebut didistribusikan ke seluruh elemen fluida. Gaya badan terdiri dari gaya gravitasi, gaya sentrifugal, dan gaya coriolis.

Hidrodinamika merupakan bagian dari mekanika fluida atau yang sering disebut sebagai mekanika media kontinyu. Hidrodinamik mengikuti kaidah dan konsep dinamika partikel, sehingga menggunakan persamaan Newton. Hidrodinamika ditandai dengan zat yang mampu mengalir. Implementasi hidrodinamika banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, baik bidang industri, kesehatan, maupun bidang teknologi.

6.2 Massa Jenis

Setiap benda memiliki massa jenis atau kerapatan, baik zat padat, zat cair, maupun zat gas. Massa jenis merupakan salah satu sifat penting dari suatu zat. Massa jenis memiliki satuan SI kg/m^3 , sedangkan dalam satuan CGS adalah gr/cm^3 . Massa jenis didefinisikan sebagai massa persatuan volume, yang dapat dituliskan sebagai berikut (Kua, 2021):

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana:

ρ = massa jenis, satuan kg/m^3

m = massa, satuan kg

v = volume, satuan m^3

Di dalam tubuh manusia terdapat fluida, diantaranya adalah air, urin, udara pernafasan, darah dan plasma darah. Berikut data nilai massa jenis zat dapat dilihat pada Tabel 6.1 (Giancoli, 2014).

Tabel 6.1. Massa jenis zat

Zat	Massa Jenis (kg/m³)
Zat Cair	
Air (4°C)	1,000 x 10 ³
Air laut	1,025 x 10 ³
Darah, plasma	1,03 x 10 ³
Darah, utuh	1,05 x 10 ³
Air raksa (merkuri)	13,6 x 10 ³
Zat Gas	
Udara	1,29
Karbondioksida	1,98
Air (Uap air (100 °C)	0,598

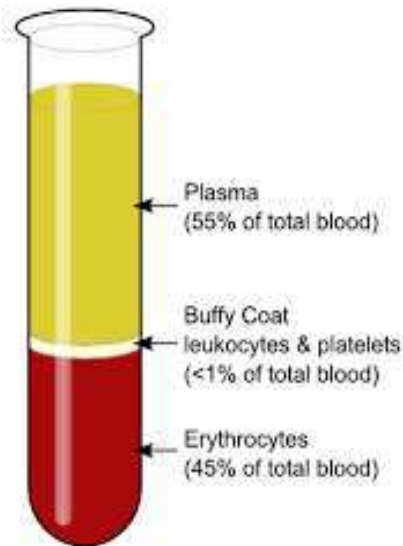
Massa jenis diukur pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm, kecuali jika dinyatakan berbeda

6.3 Darah

Di dalam tubuh terdapat darah, dimana darah terdiri dari dua bagian yaitu plasma darah dan sel darah (Pearce, 2013). Volume darah did alam tubuh berkisar seperduabelas dari massa tubuh, yaitu sekitar 5 liter, dimana 55% darah terdiri dari cairan dan sisanya sebesar 45% terdiri dari sel darah. Pada kondisi sehat, volume darah konstan dan sampai batas tertentu diatur oleh tekanan osmotik di dalam pembuluh darah dan di dalam jaringan. Plasma darah merupakan cairan berwarna kuning yang dalam reaksi akan bersifat sedikit alkali. Plasma darah berfungsi sebagai medium perantara dalam menyalurkan makanan, mineral, lemak, glukosa, dan asam amino ke jaringan, serta untuk mengangkat bahan buangan seperti urea, asam urat, dan sebagian karbondioksia. Plasma darah tersusun dari:

Tabel 6.2. Susunan Plasma Darah

No.	Penyusun Plasma Darah	Jumlah
1	Air	91,0%
2	Protein (Albumin, globulin, protromblin, dan fibrinogen)	8,0%
3	Mineral (Natrium klorida, natrium bikarbonat, gara kalsium, fosfor, magnesium besi, dan seterusnya)	0,9%
4	Bahan organik (glukosa, lemak, urea, asam urat, kreatinin, kolesterol, dan asam amino)	
5	Gas	
6	Hormon	
7	Enzim	
8	Antigen	



Gambar 6.1. Komponen darah setelah dilakukan Prosesas Pengendapan
(Sumber: Roboguru)

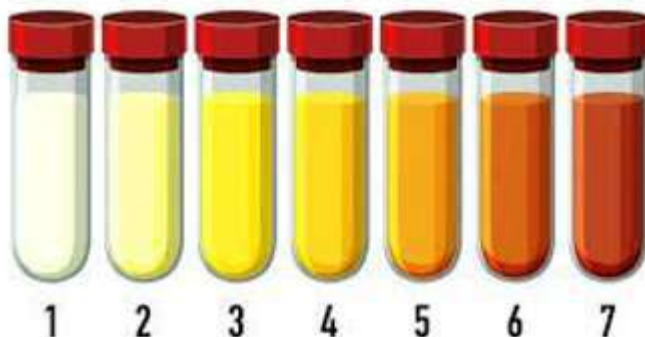
Jumlah protein plasma darah pada keadaan normal sebesar 3-5 gram albumin dalam setiap 100 ml darah, dimana protein albumin memiliki fungsi: (1) bertanggung jawab atas tekanan osmotik yang mempertahankan volume, (2) menyediakan protein untuk jaringan, dan (3) mengedarkan zat khusus yang bergabung didalam albumin. Sedangkan kandungan globulin dalam setiap 100 ml darah sebesar 2-3 gram. Pada darah juga terdiri dari sel darah, dimana sel darah ini terdiri dari tiga jenis, yaitu: (1) eritrosit, (2) leukosit, dan (3) trombosit. Eritrosit merupakan sel darah merah yang berupa cakram kecil bikonkaf, cekung pada kedua sisinya. Apabila sel darah merah dilihat dari samping akan tampak seperti bulan sabit yang saling bertolang belakang. Pada 1 mm³ darah terdapat 5 juta sel darah (Pearce, 2013).

Pada kondisi normal, darah memiliki massa jenis sebesar $1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ diukur dalam kondisi standarnya (Lihat Tabel 9.1). Pada pengendapan darah menggunakan sentrifugasi, maka akan dihasilkan pemisahan darah berdasarkan masa jenisnya, dimana massa jenis sel darah merah (eritrosit) lebih besar daripada masa jenis plasma darah. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengendapan darah, dimana sel darah berada di bawah dan plasma darah berada di atas (Lihat Gambar 9.1). Hal ini sesuai dengan prinsip massa jenis, yaitu apabila ada dua jenis zat dengan massa jenis berbeda dan tidak bercampur satu sama lain, maka zat yang memiliki masa jenis lebih besar berada di bawah zat yang masa jenisnya lebih kecil.

6.4 Urine

Selain darah, di dalam tubuh juga terdapat fluida yang lain, yaitu urine. Urin merupakan cairan sisa yang diekskresikan oleh ginjal dan kemudian dikeluarkan dari tubuh melalui proses urinasi. Ekskresi urin diperlukan untuk membuang zat-zat sisa (seperti racun, obat-obatan), molekul-molekul sisa yang disaring oleh ginjal dan untuk menjaga homeostasis cairan tubuh (Fadila, 2023). Secara umum urin terdiri dari 95% air dan 5% zat terlarut, dimana konsentrasi zat terlarut beragam dan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti asupan diet, aktivitas fisik, metabolisme tubuh, dan fungsi endokrin (Strasinger, 2016). Pada urin terdapat unsur

organik dan anorganik. Unsur organik dapat berasal organ atau jaringan, diantaranya epitel, eritrosit, leukosit, silinder, potongan jaringan, sperma, bakteri, ataupun parasit. Sedangkan unsur anorganik tidak berasal dari sesuatu organ atau jaringan, tetapi berasal dari makanan yang dicerna seperti urat amorf dan kristal (Subhan, 2019).



Gambar 6.2. Warna Urine
(Sumber: Infolabmed)

Hasil sekresi urin dapat menghasilkan warna yang berbeda pada tiap urin yang dikeluarkan dari luar tubuh seperti yang tampak pada gambar 6.2. Warna urin dipengaruhi oleh asupan yang dikonsumsi. Warna urin juga menunjukkan tingkat kepekatan urin disebabkan oleh zat terlarut yang terkandung di dalamnya. Tingkat kepekatan urin akan berpengaruh pada massa urin. Pada volume yang sama dengan tingkat kepekatan urin yang berbeda akan dihasilkan massa urin yang berbeda. Perbedaan ini dapat mempengaruhi massa jenis urin. Massa jenis urin bergantung pada jumlah zat yang terlarut di dalam urin. Apabila massa jenis plasma sebesar $1,010 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, maka ketika ginjal mengencerkan urine setelah seseorang mengkonsumsi air minum (sebagaimana fungsi air), maka massa jenis urin akan naik di atas $1,010 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Daya pemekatan ginjal diukur menurut massa jenis tertinggi yang dapat dihasilkan, yang seharusnya dapat lebih di atas $1,025 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.



Gambar 6.3. Urin dalam wadah
(Sumber: Netmeds)

Untuk mengetahui massa jenis urine yang disekresikan ke luar tubuh, dapat dilakukan dengan pengukuran dan perhitungan menggunakan perumusan massa jenis. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menampung urin ke dalam pot salep atau wadah tampung bervolume dan cek volumenya, kemudian timbang massa urin di dalam wadah tersebut dan catat hasilnya. Untuk mengetahui massa jenis urin lakukan perhitungan berikut:

$$\rho_u = \frac{m_u - m_t}{v_u}$$

dimana:

ρ_u = massa jenis urin, satuan kg/m^3

m_u = massa urin di dalam wadah, satuan kg

m_t = massa wadah kosong, satuan kg

v_u = volume urin

6.5 Tekanan

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dimana gaya (F) diartikan sebagai magnitudo gaya yang bekerja pada arah tegak lurus terhadap bidang seluas A, secara matematis tekanan dapat dirumuskan sebagai berikut (Salim, 2018):

$$P = \frac{F}{A}$$

dimana:

P = tekanan, satuan pascal (Pa atau N/m^2)

F = gaya, satuan newton (N)

A = luas area, satuan m^2

Gaya yang disebabkan oleh adanya tekanan fluida yang berada dalam keadaan diam, selalu bekerja tegak lurus terhadap permukaan yang bersentuhan dengannya, sehingga sebagian dinyatakan dengan Hukum Newton III (Hukum Aksi Reaksi). Hukum Newton III menyatakan bahwa permukaan akan memberikan gaya kembali pada fluida yang juga akan memiliki komposisi sejajar dengan permukaan yang kemudian menyebabkan fluida mengalir.

6.6 Tekanan Darah



Gambar 6.4. Peredaran darah
(sumber: UMSU)

Tekanan merupakan gaya atau dorongan darah ke dinding arteri saat darah dipompa keluar dari jantung. Tekanan arteri terdiri dari tekanan sistolik dan diastolik. Pada tubuh manusia, terdapat darah yang mengalir di seluruh bagian tubuh. Agar darah dapat mengalir dan mencapai seluruh bagian tubuh, maka diperlukan adanya tekanan darah minimum (*critical closing pressure*). Tekanan minimum ini diperlukan untuk membuka rongga pembuluh darah kapiler, yaitu sebesar 20 mm Hg. Darah memiliki kecepatan terbesar pada pembuluh darah aorta, dimana merupakan tempat keluarnya darah dari jantung. Semakin jauh

darah dari jantung, maka kecepatan alirnya makin kecil. Volume darah yang dipompa oleh jantung tiap menit sekitar 5,5 liter.

Di dalam tubuh, darah mengalir melalui pembuluh darah, dimana pembuluh darah berbentuk silinder (Umara, 2020). Pembuluh darah yang berbentuk silinder ini akan dialiri oleh darah dengan tekanan P, sehingga dinding pembuluh akan mengalami tekanan sebesar T. Markies de Laplace, seorang ahli fisika dan matematika yang berasal dari Perancis, menemukan perumusan berikut (Jati, 2020):

$$P = \frac{T}{R}$$

dimana:

P = tekanan, satuan mmHg atau dyne/cm²

R = jari-jari pembuluh, satuan cm

T = tegangan muka, satuan dyne/cm

Berdasarkan rumus tersebut dapat mengetahui besarnya tegangan muka pada suatu pembuluh darah jika jari-jari pembuluh darah dan tekanan diketahui. John R Cameron dan James G. Skofronik dalam bukunya *Medical Physisc* menyatakan hubungan antara tekanan dan tegangan dari pembuluh dapat dilihat pada Tabel 6.3 (Jati, 2020).

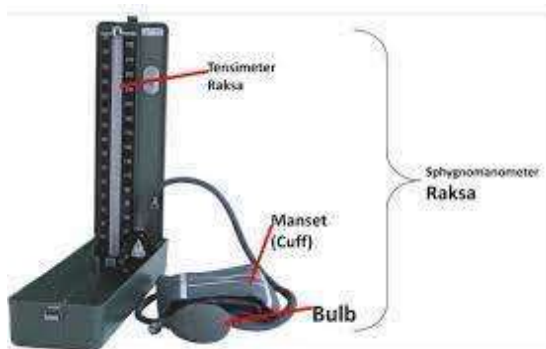
Tabel 6.3. Hubungan antara tekanan dan tegangan dari pembuluh darah

Bagian	Tekanan Rata-Rata		jari-jari (cm)	Tegangan (dyne/cm)
	mmHg	dyne/cm ²		
Aorta	100	1,3 x 10 ⁶	1,2	156.000
Arteri	90	1,2 x 10 ⁵	0,5	60.000
Kapiler	30	4 x 10 ⁴	6 x 10 ⁻⁴	24
Vena kecil	15	2 x 10 ⁴	2 x 10 ⁻²	400
Vena cava	10	1,3 x 10 ⁴	1,5	20.000
(Sumber: Jati, 2020)				

Jantung merupakan salah satu organ tubuh yang berfungsi untuk memompa darah.Gerakan jantung berasal dari nodus sinus-atrial, kemudian kedua atrium berkontraksi. Gelombang kontraksi

ini bergerak melalui his, kemudian ventrikel berkontraksi. Gerakan jantung terdiri dari dua jenis, yaitu kontraksi (sistol) dan relaksasi (diastol) (Pearce, 2013). Selama gerakan jantung dapat terdengar dua macam suara yang disebabkan katup-katup yang menutup secara pasif. Bunyi pertama disebabkan karena menutupnya katup atrio-ventikuler dan kontraksi ventrikel. Bunyi kedua disebabkan oleh menutupnya katup aortik dan pulmoner sesudah kontraksi ventrikel. Bunyi yang pertama adalah panjang dan rata, sedangkan bunyi yang kedua pendek dan tajam. Dalam keadaan normal, jantung tidak membuat bunyi lain, tetapi laju alir darah cepat atau apabila ada kelainan pada katup atau salah satu ruangnya, maka dapat terjadi bunyi lain, biasanya disebut bising. Untuk mengetahui tekanan darah dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran menggunakan Sphygmomanometer atau yang dikenal dengan nama tensimeter.

Sphygmomanometer (*Blood Pressure Manometer*) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tekanan darah tubuh, baik tekanan sistol (ketika waktu jantung kuncup) dan diastol (ketika waktu jantung mengembang kembali). Alat ini pertama kali ditemukan oleh Samuel Siegfried Karl Ritter von Basch pada tahun 1881 dan dikembangkan lebih lanjut oleh Scipione Riva Rocci pada tahun 1896 dan Harvey Cushing pada tahun 1901. Sphygmomanometer terdiri dari manometer air raksa, pressure cutt, dan stetoskop.



Gambar 6.5. Sphygmomanometer
(Sumber: zCollegedunia)

Spygnomanometer menerapkan prinsip manometer tabung terbuka, dimana tabung berbentuk U yang sebagian diisi air raksa atau alkohol. Tekanan P yang terukur dihubungkan dengan perbedaan tinggi (h) dari dua ketinggian zat cair. Besarnya tekanan dinyatakan dengan persamaan:

$$P = P_0 + \rho g h$$

dimana:

P = tekanan fluida, satuan N/m^3

P_0 = tekanan atmosfer yang bekerja di atas fluida di tabung sebelah kiri, satuan N/m^3

ρ = massa jenis zat cair, satuan kg/m^3

g = percepatan gravitasi, satuan m/s^2

h = perbedaan tinggi zat cair antara tabung kiri dengan tabung kanan, satuan m

Nilai ρgh merupakan nilai tekanan yang terukur, sehingga nilai P akan lebih tinggi dari nilai tekanan atmosfer. Biasanya bukan nilai ρgh yang dihitung, tetapi ketinggian h yang ditentukan. Pada praktiknya, tekanan lebih sering dinyatakan dalam satuan mmHg atau milimeter air raksa, dimana 1 mmHg ekuivalen dengan tekanan $133 N/m^2$ karena massa jenis air raksa $13,6 \times 10^3 kg/m^3$.

Pada pengukuran tekanan darah, baik sistol maupun diastol menggunakan spygnomanometer, jika diperoleh nilai tekanan sistolik berada pada kondisi normal, sebesar 120 mmHg, dan tekanan diastolik sebesar 80 mmHg, maka dapat diketahui bahwa tekanan nadi sebesar 40 mmHg. Tekanan nadi dapat diketahui dengan melakukan pengurangan antara tekanan sistolik dengan diastolik.

6.7 Tekanan pada Infus

Pemasangan infus diutamakan pada kondisi darurat, seperti saat seseorang mengalami dehidrasi berat, infeksi parah, sakit kr itis, atau perdarahan. Infus digunakan untuk memasukkan cairan atau obat ke dalam tubuh pasien dengan cepat untuk mencegah terjadinya komplikasi. Pada pemasangan infus ke

pasien, harus diperhatikan perbedaan ketinggian antara botol infus dengan bagian pembuluh darah dimana jarum infus dipasang. Hal ini dimaksudkan agar tekanan di dalam botol infus lebih besar dari tekanan di dalam pembuluh darah, agar cairan infus dapat masuk ke dalam pembuluh darah. Perbedaan tekanan pada botol infus dan pembuluh darah, sehingga cairan infus dapat masuk ke dalam pembuluh darah dapat dihitung menggunakan rumus tekanan hidrostatik berikut:

$$P = P_o + \rho gh$$

$$P - P_o = \rho gh$$

$$\Delta P = \rho gh$$

dimana:

P = tekanan fluida, satuan N/m^2

P_o = tekanan atmosfer yang bekerja di atas fluida di tabung sebelah kiri, satuan N/m^2

ρ = massa jenis zat cair, satuan kg/m^3

g = percepatan gravitasi, satuan m/s^2

h = perbedaan tinggi botol infus dengan posisi jarum infus, satuan m



Gambar 6.6. Pemasangan Infus
(Sumber: baca kabar)

Jarak ketinggian botol infus dengan bagian yang diinfus tidak boleh terlampaui tinggi ataupun terlalu pendek. Apabila posisi penempatan botol infus terlalu tinggi dan jauh dari posisi pemasangan jarum infus ke tubuh, maka tekanan cairan infus yang

masuk ke dalam tubuh akan semakin besar, sehingga laju alir cairan infus ke dalam tubuh semakin cepat. Berlaku sebaliknya, apabila posisi botol infus terlalu dekat dan pendek dengan posisi pemasangan jarum infus ke tubuh, maka tekanan cairan infus yang ada di dalam botol infus lebih kecil daripada tekanan pembuluh darah. Hal ini akan menyebabkan darah yang berada di dalam pembuluh darah akan mengalir ke selang infus.



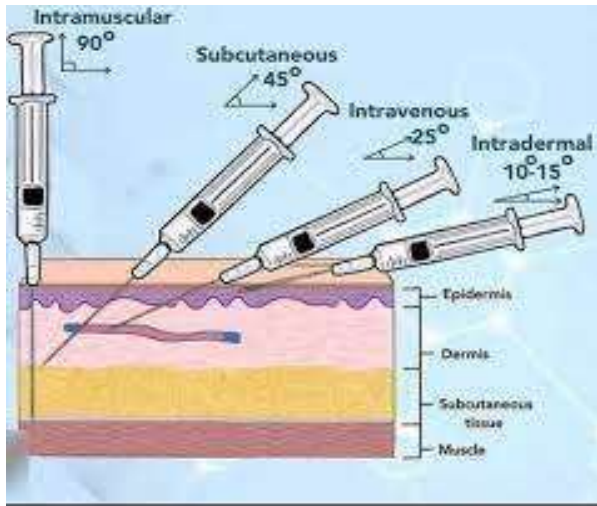
Gambar 6.7. $P_{\text{infus}} > P_{\text{pembuluh}}$ darah (Sumber: Primaberita)



Gambar 6.8. $P_{\text{infus}} < P_{\text{pembuluh}}$ darah (Sumber: Dirham)

6.8 Tekanan Saat Injeksi

Dalam dunia medis, injeksi sering digunakan untuk teknik pemberian obat melalui parenteral, yaitu pemberian melalui rute selain saluran pencernaan. Injeksi parenteral meliputi injeksi subkutan, intramuskular, intravena, intraperitoneal, intrakardiak, intraartikular, dan intrakavernosa. Pada saat melakukan injeksi, diperlukan jarum suntik baru dengan ujung yang runcing. Tiap jenis injeksi memiliki sudut injeksi yang berbeda.



Gambar 6.9. Beberapa metode injeksi
(sumber: Gustinerz)

Perbedaan cara injeksi bergantung pada kondisi yang dialami dan jenis obat atau zat yang dimasukkan. Tiap perbedaan metode injeksi akan memberikan hasil atau efek samping yang dirasakan berbeda setelah dilakukan injeksi.



Gambar 6.10. Injeksi Intramuskular
(Sumber: kesehatankerja)

Salah satu metode injeksi adalah injeksi intramuskular, dimana injeksi dilakukan untuk mengantarkan suatu zat ke dalam otot agar cepat diserap oleh pembuluh darah. Injeksi intramuskular biasanya digunakan untuk vaksin yang tidak aktif, seperti vaksin influenza. Metode injeksi ini menggunakan jarum suntik yang membentuk sudut 90° dalam posisi duduk. Pada saat seseorang diinjeksi menggunakan metode ini, maka besarnya tekanan yang diterima oleh orang tersebut sebanding dengan:

$$P = \frac{F \cos \theta}{A}$$

dimana:

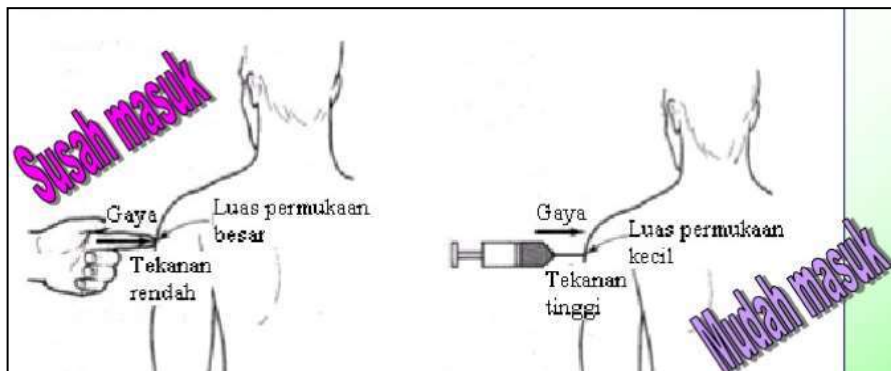
P = tekanan, satuan pascal (Pa atau N/m^2)

F = gaya, satuan newton (N)

θ = sudut yang dibentuk saat injeksi, satuan derajat

A = luas area, satuan m^2

Apabila metode injeksi yang digunakan selain metode intramuskular, besarnya nilai θ diukur dari sudut yang dibentuk antara jarum dengan bidang (bagian) yang diinjeksi. Pada saat melakukan injeksi menggunakan metode apapun, harus menggunakan gaya dorong yang besar dengan luas permukaan kecil agar jarum suntik mudah masuk ke bagian yang diinjeksi. Hal ini sesuai dengan Hukum Pascal, dimana jika luas penampang kecil dan gaya lebih besar, maka tekanan akan semakin besar. Tekanan berbanding lurus dengan gaya dan berbanding terbalik dengan luas penampang.



Gambar 6.11. Posisi injeksi dan besar tekanan yang diterima
(Sumber: Dokpri)

6.9 Tekanan Bola Mata

Mata merupakan organ penglihatan yang mana perlu dijaga kesehatannya. Salah satu upaya menjaga kesehatan mata adalah dengan menjaga tekanan bola mata pada nilai normalnya, yaitu sebesar 10-20 mmHg. Apabila tekanan bola mata di atas 21 mmHg maka akan mengalami hipertensi okular (Sudibia, 2023). Untuk mengetahui tekanan mata dapat menggunakan tonometer, dimana alat ini dapat digunakan untuk mengukur tekanan intraokuler mata dan mendeteksi apakah seseorang tersebut menderita glaukoma atau tidak. Satuan tonometer adalah mmHg atau Torr. Harga normal tekanan intraokuler mata adalah sebesar 12-23 mmHg.



Gambar 6.12. Tonometer
(Sumber: SRS Eyehospital)

6.10 Viskositas, Debit, dan Hukum Poiseuille

Viskositas merupakan tingkat kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gaya gesek pada fluida (Hani, 2010). Viskositas dalam satuan CGS dinyatakan dengan satuan centipoise (cP) dan dalam satuan SI dinyatakan dengan satuan Ns/m² atau Pascal.sekon. Apabila konsentrasi fluida semakin besar, maka fluida akan semakin kental dan nilai viskositasnya tinggi. Semakin tinggi nilai viskositas suatu fluida, maka gaya tarik yang dibutuhkan juga semakin besar (Irawati, 2015). Besarnya gaya tarik yang dibutuhkan berbanding lurus dengan luas bagian yang menempel (A), kecepatan (dv), dan berbanding terbalik dengan jarak (dx), secara matematis dapat dituiskan sebagai berikut:

$$F = \frac{A \, dv}{dx}$$

dimana F sebanding dengan η , sehingga:

$$\eta = \frac{A \, dv}{dx}$$

Tabel 6.4. Koefisien viskositas fluida

Fluida	Suhu (°C)	Koefisien viskositas (η) (Pa.s)
Air	0	$1,8 \times 10^{-3}$
	20	$1,0 \times 10^{-3}$
	60	$0,65 \times 10^{-3}$
	100	$0,3 \times 10^{-3}$
Darah (keseluruhan)	37	$4,0 \times 10^{-3}$
Plasma darah	37	$1,5 \times 10^{-3}$
Ethyl alkohol	20	$1,2 \times 10^{-3}$
Udara	20	$0,018 \times 10^{-3}$
Hidrogen	0	$0,009 \times 10^{-3}$
Uap air	100	$0,013 \times 10^{-3}$
(Sumber: Jati, 2020)		

Darah merupakan salah satu fluida yang ada di dalam tubuh. Darah mengalir ke seluruh bagian tubuh melalui pembuluh darah. Pada kondisi normal, viskositas darah bernilai sekitar 3,5 kali viskositas air, yaitu sebesar $4,0 \times 10^{-3}$ Pa.s yang diukur pada suhu 37°C . Apabila kekentalan darah yang melewati pembuluh darah semakin besar, maka gaya gesek terhadap dinding pembuluh darah juga akan meningkat. Hal ini akan meningkatkan tahanan dan berpengaruh pada debit aliran darah yang mengalir. Debit adalah volume zat cair yang mengalir melalui penampang setiap detiknya, yang dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t}$$

dimana:

Q = debit aliran fluida, satuan m^3/s

V = volume fluida yang mengalir, satuan m^3

t = waktu alir fluida, satuan sekon

Pada Hukum Poiseuille menyatakan bahwa cairan yang mengalir melalui suatu pipa akan berbanding langsung dengan penurunan tekanan sepanjang pipa dan pangkat empat jari-jari, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8\eta L}$$

$$Q = \frac{\pi r^4 (\rho g h_1 - \rho g h_2)}{8\eta L}$$

dimana:

$\pi = 3,14$

r = jari-jari pembuluh, satuan cm

g = percepatan gravitasi bumi, bernilai 980 cm/s^2

L = panjang pipa pembuluh

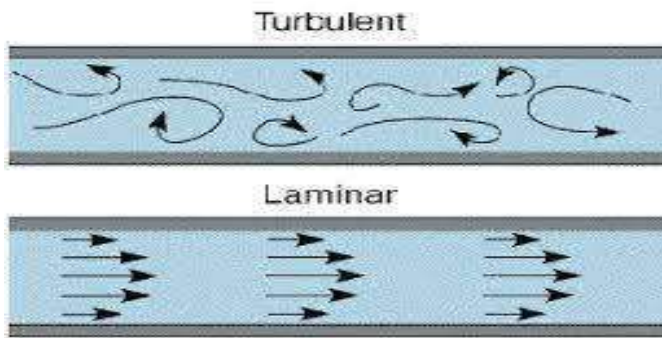
η = viskositas, satuan dyne.sekon/ cm^2

Berdasarkan Hukum Poiseuille dapat diketahui apabila zat darah yang melewati pembuluh darah memiliki viskositas yang tinggi (kental), maka gaya gesek antara darah dengan pembuluh akan semakin besar. Viskositas darah sangat penting digunakan

untuk mengetahui kontraksi sel darah merah. Apabila pada kondisi dimana konsentrasi darah meningkat menjadi 1,5 kali konsentrasi darah normal, maka viskositas darah menjadi 2 kali viskositas darah normal. Jika viskositas darah menurun diakibatkan konsentrasi sel darah merah rendah, maka laju aliran darah akan semakin cepat. Pada penderita anemia, dimana konsentrasi sel darah merah rendah, maka laju alir darah akan semakin cepat. Berbeda dengan kondisi dimana konsentrasi sel darah merah tinggi, menyebabkan viskositas darah menjadi lebih kental dan menyebabkan laju aliran darah menjadi lambat, seperti pada penderita polythermia. Peningkatan viskositas darah yang terlalu besar dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Viskositas darah yang terlalu tinggi akan mengakibatkan gaya gesek yang besar, sehingga akan meingkatkan tegangan pada pembuluh darah. Selain itu, viskositas darah yang tinggi (di atas normal) akan menyebabkan penurunan laju alir darah ke tubuh, sehingga dapat menyebabkan asupan oksigen menjadi terhambat. Apabila kondisi ini berlangsung dalam jangka waktu lama, dapat berakibat pada penurunan fungsi bahkan kerusakan fungsi organ tubuh. Selain dipengaruhi oleh konsentrasi sel darah merah, viskositas darah juga dipengaruhi oleh zat-zat terlarut di dalamnya.

6.11 Aliran Laminar dan Turbulen

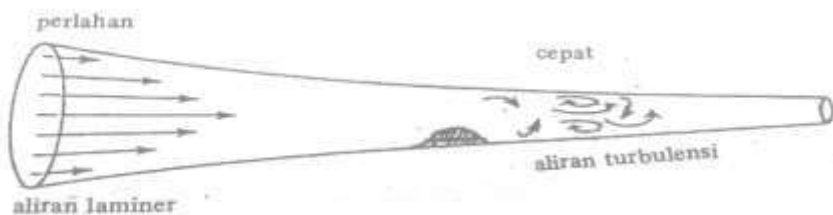
Fluida memiliki dua jenis aliran, yaitu aliran lamiran (tunak) dan aliran turbulen (Riani, 2023). Aliran laminar merupakan aliran fluida yang terjadi akibat tidak adanya gangguan pada saat mengalir di tiap lapis paralel. Kondisi yang memungkinkan aliran fluida bersifat laminar adalah karena laju alirnya yang lambat, penampang alir yang kecil, atau viskositas fluida yang tinggi. Aliran laminar memiliki nilai bilangan Reynold kurang dari 2000. Aliran laminar dapat berubah menjadi aliran turbulen (Kindangen, 2017), dimana aliran turbulen merupakan aliran fluida yang memiliki garis alir saling berpotongan satu sama lain. Aliran ini terbentuk karena adanya kecepatan fluida yang besar dan berubah-ubah maupun kandungan partikel yang bergerak secara acak dan tidak stabil. Aliran turbulen memiliki nilai bilangan Reynold lebih dari 4000 (Kindangen, 2017).



Gambar 6.13. Aliran Laminar dan Turbulen
(Sumber: UMY Repository)

Darah mengalir melalui pembuluh darah. Aliran darah di dalam tubuh dalam kondisi normal bersifat laminar. Akan tetapi apabila aliran darah hanya laminar akan mengalami kesulitan dalam mendapatkan informasi tentang keadaan jantung, misalnya informasi tentang tekanan darah. Untuk mendapatkan informasi mengenai tekanan darah, maka aliran darah sengaja dibuat menjadi turbulen dengan cara meletakkan pressure cuff pada lengan seseorang yang akan diukur tekanan darahnya. Pada saat pressure cuff ditekan, maka secara perlahan aliran darah akan dibuat menjadi turbulen dan menghasilkan vibrasi, sehingga bunyi jantung dapat didengar menggunakan stetoskop (Hani, 2010).

Secara teoritis, aliran laminar dapat berubah menjadi aliran turbulen jika luas penampang diperkecil dan kecepatan alir ditingkatkan, sehingga bilangan Reynold akan mencapai kecepatan kritis.



Gambar 6.14. Perubahan aliran laminar menjadi turbulen ketika luas penampang diperkecil dan kecepatan diperbesar. (Sumber: Hani, 2010)

Osborne Reynold (1842-1912) merupakan orang yang pertama kali membedakan jenis aliran, yaitu laminar dan turbulen dan dikenal dengan Bilangan Reynold. Reynold telah menentukan kecepatan kritis berbanding lurus dengan viskositas dan berbanding terbalik dengan massa jenis dan jari-jari penampang (Jackson, 2007). Berdasarkan hal tersebut, maka apabila pembuluh darah tertutup atau terikat, maka bilangan Reynold akan menurun. Sedangkan jika didalam pembuluh darah terjadi obstruksi (penyempitan pembuluh darah) maka debit aliran darah akan menurun (kecil) daripada aliran darah normal, dikarenakan aliran darah menjadi lebih lambat dimana nilai bilangan Reynold menjadi semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadila, P.M., 2023. Gambaran Protein Urine Pada Penderita Diabetes Mellitus di Puskesmas I Denpasar Timur (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Denpasar Jurusan Teknologi Laboratorium Medis 2023).
- Hani, A.R., 2010. Teori dan Aplikasi Fisika Kesehatan. Yokyakarta: nuha Offset.
- Irawati, L., 2015. Viskositas darah dan aspek medisnya. Majalah Kedokteran Andalas, 34(2), pp.102-111.
- Jati, B.M.E., 2020. Pengantar Fisika Kedokteran. UGM PRESS.
- Kindangen, Jefrey I. 2017. Pendinginan Pasif untuk Arsitektur Tropis Lembab. Sleman: Deepublish
- Kindangen, Jefrey I. 2017. Pendinginan Pasif untuk Arsitektur Tropis Lembab. Sleman: Deepublish. Hlm. 89
- Kua, M.Y., Maing, C.M., Tabun, Y.F., Jibril, A., Setiawan, J., Heriyanto, L., Suparmi, N.W., Rismaningsih, F. and Dolo, F.X., 2021. Teori dan Aplikasi Fisika Dasar. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Jackson, D. and Launder, B., 2007. Osborne Reynolds and the publication of his papers on turbulent flow. Annu. Rev. Fluid Mech., 39, pp.19-35.
- Pearce, E.C., 2009. Anatomi dan fisiologi untuk paramedis. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Riani, N.I., Lostari, A. and Wahyudi, M.A., 2023. The Effect of Pipe Diameter and Valve Opening Variations on Osborne Reynolds Apparatus Test. REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal, 8(1), pp.29-36.
- Rohman, A., 2021. Buku ajar fluida berbasis creative responsibility. Penerbit NEM.
- Salim, A. and Taib, S., 2018. Fisika Dasar 1. Deepublish.
- Saputra, D., 2022. Penilaian Vitalitas Flap Otot dengan Stimulasi Listrik Otot: Perbandingan Sumbatan Pada Arteri dan Vena. Scientific Journal, 1(4), pp.277-284.

- Subhan, S., Kristinawati, E. and Getas, I., 2019. Perbedaan Jumlah Kalsium Oksalat Urine Metode Sedimentasi Antara Kelompok Vegetarian Dengan Non-Vegetarian. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 6(2), pp.105-111.
- Sudibia, N.K.P.M.P., Suryathi, N.M.A., Suryanadi, N.M., Sutyawan, I.W.E., Utari, N.M.L. and Suryaningrum, I.G.A.R., 2023. Karakteristik tajam penglihatan, tekanan bola mata dan penyakit mata masyarakat Desa Celuk, Gianyar Provinsi Bali di era pandemi COVID 19. *Intisari Sains Medis*, 14(2), pp.559-562.
- Suryanto, A. and Bakhri, S., 2023. Fluida
- Umara, A.F., Nuraini, N., Ahmad, S.N.A., Habibi, A., Nainar, A.A.A., Kartini, H.H., Purnamasari, E., Yoyoh, I., Irawati, P., Latipah, S. and Wibisana, E., 2020. Deteksi Dini Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Pegawai. *Media Karya Kesehatan*, 3(2).

BAB 7

TEORI GELOMBANG

Oleh Fahmy Rinanda Saputri

7.1 Pendahuluan

Saat kita mempelajari ilmu fisika, kita akan menemukan konsep yang sangat penting dalam membantu perempuan hamil dan bayi yang akan lahir atau dalam bidang kebidanan. Salah satu dasar teoritis yang sangat penting ini adalah teori gelombang. Gelombang, yang memiliki sifat-sifat unik, yang mana menjadi peran utama bagi teknologi medis modern yang membuat pelayanan kesehatan ibu hamil dan bayi semakin maju.

Eksplorasi Teori Gelombang: Fondasi Fisika Kebidanan

Dalam pembahasan yang lebih mendalam ini, mari kita telusuri inti dari konsep teori gelombang dalam konteks fisika kebidanan. Gelombang, yang merupakan cara energi berpindah, menjadi motor utama di balik teknologi modern seperti ultrasonografi dan Doppler fetal, yang memberikan wawasan yang sangat luas tentang pertumbuhan janin di dalam rahim. Dengan pemahaman yang lebih dalam tentang gelombang mekanik dan elektromagnetik, kita dapat memahami pengetahuan yang menggabungkan dunia fisika dengan dunia kebidanan.

Mengapa Gelombang Penting dalam Kebidanan?

Pertanyaan pokok yang timbul adalah mengapa gelombang menjadi begitu krusial dalam bidang kebidanan? Jawabannya melibatkan pemahaman yang dalam tentang bagaimana gelombang suara dan elektromagnetik memungkinkan kita untuk melihat lebih dari sekadar bentuk dan struktur. Teknologi ultrasonografi menggunakan gelombang suara untuk membentuk gambar visual yang memperlihatkan perkembangan janin, organ ibu, dan interaksi kompleks di dalam tubuh. Dengan memahami prinsip-prinsip gelombang secara baik, kita dapat mengidentifikasi kelainan

perkembangan, memantau pertumbuhan janin, dan memberikan intervensi dini yang sangat penting.

Gelombang Suara dan Ultrasonografi

Dalam bab ini, kita akan menggali lebih dalam bagaimana teori gelombang khususnya gelombang suara menjadi tulang punggung teknologi ultrasonografi. Gelombang suara berfrekuensi tinggi yang dipancarkan ke dalam tubuh, memantul dari berbagai jaringan dan organ, dan kemudian direkam untuk menghasilkan gambaran yang berharga. Inilah cara kita memahami pertumbuhan janin, memantau letak plasenta, dan mendeteksi masalah kesehatan yang mungkin muncul selama kehamilan. Teknologi ini bukan hanya tentang visualisasi, tetapi juga tentang pemahaman mendalam tentang dinamika gelombang yang memastikan keberlanjutan kehidupan.

Gelombang Doppler Fetal: Memahami Irama Jantung Janin

Satu hal penting teori gelombang dalam kebidanan adalah penerapan gelombang Doppler dalam pemantauan denyut jantung janin. Sebuah pencapaian yang menakjubkan, gelombang suara yang dipantulkan oleh pergerakan darah di pembuluh janin memberikan kita akses langsung ke irama jantung yang penuh kehidupan. Dalam bab ini, kita akan merenung tentang bagaimana gelombang Doppler bukan hanya memberikan melodi kehidupan janin, tetapi juga menjadi penunjuk kesehatan dan vitalitas, memberikan petunjuk berharga kepada para profesional kesehatan tentang kesejahteraan janin.

Sinergi Antara Gelombang dan Biokimia

Penting untuk menyadari bahwa teori gelombang tidak berdiri sendiri dalam isolasi; ini bertautan dengan prinsip-prinsip biokimia dalam bidang kebidanan. Seiring kita mengintegrasikan gelombang dengan pemahaman tentang hormon reproduksi, proses metabolisme dalam tubuh ibu dan janin, dan genetika, kita membuka pintu untuk pandangan yang lebih holistik tentang kesehatan reproduksi. Dengan merajut gelombang dan biokimia bersama-sama, kita dapat memahami bukan hanya struktur dan

fungsi, tetapi juga proses yang mendasari kehidupan yang sedang berkembang.

Tujuan dan Manfaat Pemahaman Teori Gelombang

Dengan pemahaman tentang teori gelombang, kita bukan hanya menemukan kunci untuk membuka pintu ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga menjadi penjaga api yang membimbing perawatan kesehatan ibu dan janin ke arah yang lebih cemerlang. Dalam eksplorasi ini, kita akan merajut alur teori gelombang dengan aplikasi praktisnya, membuka mata kita terhadap keajaiban kesehatan reproduksi yang terungkap oleh gelombang-gelombang yang tak terlihat namun berkekuatan besar.

7.2 Gelombang

Gelombang adalah osilasi yang merambat melalui suatu medium atau ruang hampa (Indonesia, n.d.). Osilasi adalah gerakan bolak-balik atau perpindahan berulang dari suatu objek atau sistem dari satu posisi ke posisi lainnya sepanjang jalur tertentu. Gerakan ini terjadi secara teratur dan berulang, sehingga menciptakan pola yang dapat diidentifikasi.

Osilasi ini dapat terjadi dalam berbagai bentuk, seperti osilasi partikel dalam gelombang air, getaran udara dalam gelombang suara, atau osilasi medan listrik dan magnetik dalam gelombang elektromagnetik seperti cahaya.

Proses osilasi yang merambat ini menyebabkan perpindahan energi dari satu titik ke titik lain dalam medium tersebut. Sebagai contoh, dalam gelombang air, partikel air bergerak naik dan turun secara bergantian, meneruskan energi dari satu area ke area lainnya. Dalam gelombang suara, molekul udara bergetar, menyebabkan perpindahan osilasi yang merambat dalam bentuk gelombang suara.

Selain itu, gelombang juga dapat terjadi dalam berbagai medium, termasuk padat, cair, dan gas. Contohnya adalah gelombang seismik yang merambat melalui bumi, atau gelombang elektromagnetik yang dapat merambat melalui ruang hampa.

Gelombang memiliki beberapa karakteristik, seperti panjang gelombang, frekuensi, dan amplitudo, yang dapat dijelaskan melalui

persamaan matematis tertentu tergantung pada jenis gelombangnya.

7.2.1 Panjang Gelombang

Panjang gelombang (λ) adalah jarak fisik antara dua titik yang setara pada suatu gelombang. Dalam konteks gelombang, panjang gelombang menunjukkan seberapa panjang satu gelombang lengkap. Misalnya, pada gelombang suara, panjang gelombang mengukur jarak antara dua puncak berturut-turut atau dua lembah berturut-turut dalam gelombang suara.

Panjang gelombang memiliki pengaruh langsung terhadap karakteristik gelombang lainnya, terutama frekuensi dan kecepatan. Hubungan antara panjang gelombang (λ), frekuensi (f), dan kecepatan (v) dapat dijelaskan dengan persamaan:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Dengan kata lain, kecepatan gelombang adalah hasil dari perkalian panjang gelombang dan frekuensi gelombang.

Satuan panjang gelombang dapat bervariasi tergantung pada jenis gelombangnya. Misalnya, dalam fisika akustik, satuan panjang gelombang dapat dinyatakan dalam meter atau sentimeter, sedangkan dalam spektrum elektromagnetik, panjang gelombang dapat diukur dalam nanometer atau meter, tergantung pada apakah kita berbicara tentang gelombang cahaya, gelombang radio, atau gelombang elektromagnetik lainnya.

7.2.2 Frekuensi

Frekuensi (f) adalah jumlah gelombang yang melewati suatu titik dalam satu detik. Dalam gelombang, frekuensi mengukur seberapa sering suatu gelombang berulang atau melewati suatu titik dalam suatu periode waktu tertentu. Satuan standar untuk frekuensi adalah hertz (Hz), yang setara dengan satu siklus per detik.

Frekuensi memiliki hubungan dengan panjang gelombang (λ) dan kecepatan gelombang (v), yang dapat dijelaskan oleh persamaan:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Dengan kata lain, kecepatan gelombang adalah hasil dari perkalian panjang gelombang dan frekuensi gelombang. Jika frekuensi suatu gelombang meningkat, panjang gelombangnya akan berkurang, dan sebaliknya.

Frekuensi memiliki peran penting dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk fisika, teknologi, dan biologi. Dalam bidang medis, sebagai contoh, pengukuran frekuensi gelombang suara dengan menggunakan alat Doppler fetal dapat memberikan informasi vital tentang kesehatan janin selama kehamilan.

7.2.3 Kecepatan Gelombang

Kecepatan gelombang (v) adalah seberapa cepat energi gelombang Vmerambat melalui suatu medium atau ruang hampa. Kecepatan gelombang dapat bervariasi tergantung pada jenis gelombang dan sifat medium tempat gelombang tersebut merambat.

Persamaan umum yang menghubungkan kecepatan gelombang (v), panjang gelombang (λ), dan frekuensi (f) adalah:

$$v = \lambda \times f$$

7.2.4 Amplitudo

Amplitudo (A) adalah sejauh mana partikel dalam gelombang bergerak dari posisi keseimbangan atau titik tengah selama satu siklus gelombang. Dalam istilah sederhana, amplitudo mengukur tinggi atau intensitas gelombang. Untuk gelombang mekanik, amplitudo dapat diukur sebagai jarak maksimum antara partikel gelombang dan posisi keseimbangannya, sementara untuk gelombang elektromagnetik, amplitudo terkait dengan intensitas medan gelombang.

Satuan amplitudo dapat bervariasi tergantung pada jenis gelombangnya. Misalnya, pada gelombang suara, amplitudo diukur dalam satuan tekanan, seperti pascal. Pada gelombang elektromagnetik, amplitudo dapat diukur dalam satuan medan listrik atau magnetik, seperti volt per meter.

Amplitudo memiliki dampak pada sifat gelombang, terutama pada tinggi rendahnya suara atau intensitas cahaya. Dalam gelombang suara, amplitudo yang lebih besar dapat dihubungkan dengan suara yang lebih keras atau lebih intens, sedangkan amplitudo yang lebih kecil dapat dihubungkan dengan suara yang

lebih lemah. Dalam gelombang elektromagnetik, amplitudo yang lebih besar dapat dihubungkan dengan intensitas cahaya yang lebih besar atau warna yang lebih terang.

Secara matematis, persamaan gelombang sinusoidal dapat digunakan untuk menggambarkan amplitudo. Misalnya, dalam gelombang suara, persamaan gelombang suara dapat ditulis sebagai:

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

di mana:

1. y adalah posisi partikel gelombang pada titik x dan waktu t ,
2. A adalah amplitudo gelombang,
3. k adalah bilangan gelombang,
4. ω adalah frekuensi angular,
5. ϕ adalah fase awal.

7.2.5 Frekuensi angular

Frekuensi angular (ω) adalah besaran yang mengukur seberapa cepat suatu gelombang atau osilasi bergerak dalam satu unit waktu. Frekuensi angular terkait erat dengan frekuensi biasa (f) dan memiliki hubungan matematis dengan persamaan:

$$\omega = 2\pi f$$

di mana π adalah konstanta pi (sekitar 3.14).

Dalam gelombang, frekuensi angular memberikan pengukuran rotasi sudut dari gelombang tersebut. Untuk gelombang sinusoidal, satu putaran penuh gelombang diukur dalam radian, dan frekuensi angular mengindikasikan berapa kali gelombang tersebut melintasi satu siklus penuh dalam satu detik.

Beberapa hal penting terkait frekuensi angular (ω):

1. Frekuensi angular diukur dalam radian per detik (rad/s).
2. Frekuensi angular dan frekuensi biasa memiliki hubungan linier, di mana frekuensi angular selalu dua kali lipat frekuensi biasa.
3. Frekuensi angular diperlukan dalam analisis matematis gelombang, terutama dalam membahas gelombang sinusoidal.

Rumus kecepatan gelombang (v) juga dapat dihubungkan dengan frekuensi angular dan panjang gelombang (λ) melalui persamaan:

$$v = \lambda \times \omega$$

7.2.6 Nomor Gelombang

Nomor gelombang (k) adalah parameter yang mengukur seberapa sering gelombang terulang dalam satu unit panjang. Dalam konteks gelombang, nomor gelombang memberikan informasi tentang kepadatan gelombang atau seberapa sering gelombang mengalami kompresi dan dekompresi dalam satu satuan panjang. Persamaan matematis untuk menghitung nomor gelombang adalah:

$$v = \lambda \times \omega$$

di mana:

1. k adalah nomor gelombang,
2. π adalah konstanta pi,
3. λ adalah panjang gelombang.

7.3 Ultrasonik dan Akustik

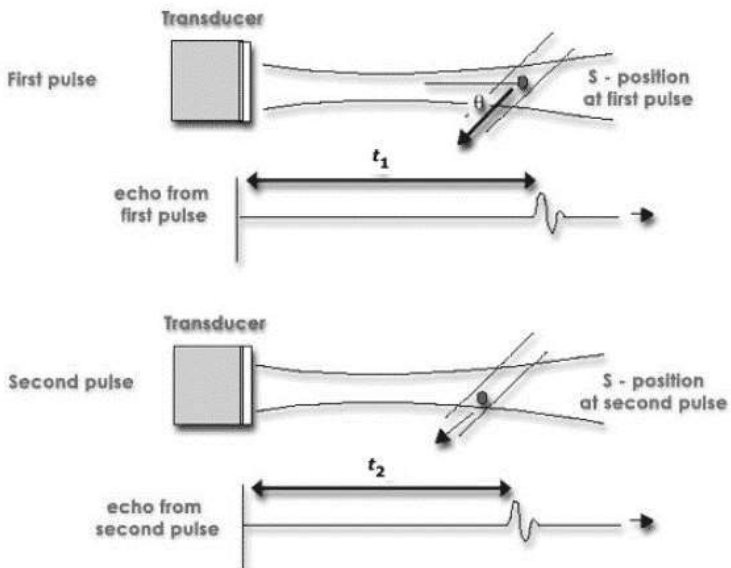
Gelombang ultrasonik adalah jenis gelombang mekanik yang memiliki frekuensi di atas batas pendengaran manusia, yaitu lebih dari sekitar 20.000 hertz (Hz). Dalam dunia medis, gelombang ini dimanfaatkan secara luas dalam teknologi ultrasonografi untuk membentuk gambar organ tubuh atau struktur di dalamnya. Proses penggunaan gelombang ultrasonik ini memanfaatkan prinsip dasar pantulan gelombang suara. Sebuah transduser ultrasonik menghasilkan gelombang ultrasonik yang kemudian diarahkan ke dalam tubuh atau area yang ingin diamati.

Gelombang akustik merujuk pada gelombang mekanik yang terdiri dari osilasi partikel dalam medium, seperti udara, air, atau padatan. Gelombang ini mencakup seluruh rentang frekuensi gelombang suara, mulai dari frekuensi terendah yang dapat didengar manusia hingga frekuensi tinggi. Gelombang akustik dapat merambat melalui berbagai jenis medium, termasuk udara, cairan, dan padatan, dan sifat propagasinya dapat dijelaskan oleh hukum mekanika gelombang.

Secara umum, gelombang akustik dihasilkan oleh osilasi atau getaran suatu sumber yang menyebabkan perubahan tekanan di dalam medium sekitarnya. Misalnya, ketika kita bicara, suara yang dihasilkan adalah gelombang akustik yang merambat melalui udara. Begitu gelombang akustik mencapai telinga kita, getaran tersebut diubah menjadi sinyal saraf yang kemudian diinterpretasikan oleh otak sebagai suara.

Gelombang ultrasonik dan akustik digunakan untuk mendeteksi anak dalam kandungan melalui mekanisme pantulan gelombang suara. Dalam proses ini, gelombang ultrasonik digunakan untuk membentuk gambaran visual janin di dalam rahim. Sebuah alat yang disebut transduser ultrasonik mengirimkan gelombang ultrasonik melalui perut ibu. Ketika gelombang tersebut bertemu dengan batas antara cairan, seperti air ketuban, dan jaringan dalam tubuh, sebagian gelombang dipantulkan kembali ke transduser. Proses ini menciptakan pantulan atau echo yang direkam oleh perangkat ultrasonografi dan diubah menjadi gambar yang menampilkan struktur dan perkembangan janin.

Sementara itu, gelombang akustik digunakan untuk mendengarkan detak jantung janin. Perangkat yang umumnya digunakan adalah Doppler fetal monitor. Gelombang suara yang dipancarkan oleh perangkat ini menuju janin, dan pantulan suara dari detak jantung janin akan mengalami pergeseran frekuensi, yang disebut efek Doppler, karena gerakan janin. Perangkat kemudian mendeteksi pergeseran ini dan mengonversinya menjadi suara yang dapat didengar. Detak jantung janin yang terdeteksi dapat didengarkan oleh dokter atau ibu hamil, memberikan informasi berharga tentang kesehatan janin.



Gambar 7.1. Pengukuran kecepatan gelombang ultrasonik. Diagram ini menunjukkan sebuah pemantul S bergerak dengan kecepatan V dengan sudut alir/gelombang θ . Kecepatan dapat dihitung melalui perbedaan waktu transmisi-terima dari pulsa pertama ke pulsa kedua (t_2), ketika pemantul bergerak melalui balok tersebut.

Sumber : (Nicolaidis & Rizzo, 2000)

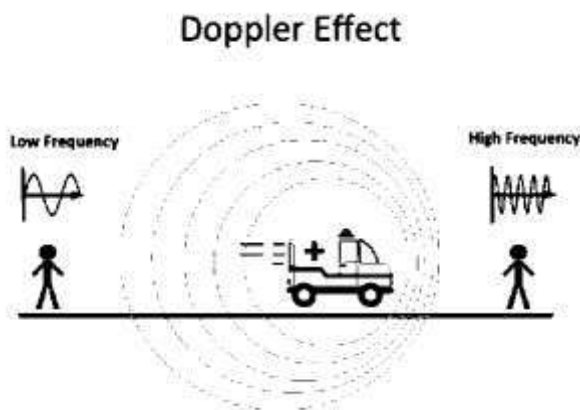
Secara sederhana, gelombang-suara dikirimkan ke dalam tubuh untuk melihat dan mendengarkan respons dari janin. Pantulan gelombang ini memberikan dokter gambaran visual dan informasi suara yang membantu dalam pemantauan perkembangan janin selama kehamilan. Penting untuk dicatat bahwa proses ini aman, tidak bersifat invasif, dan merupakan bagian penting dari perawatan prenatal modern.

7.4 Efek Doppler

Efek Doppler atau pergeseran Doppler adalah perubahan dalam frekuensi gelombang ketika terjadi gerak relatif antara sumber dan gelombang. Contoh umum dari Efek Doppler adalah perubahan nada yang terdengar saat klakson kendaraan mendekati

atau menjauhi pengamat. Efek Doppler ini dapat terjadi untuk berbagai jenis gelombang, seperti gelombang cahaya dan gelombang air. Kita biasanya akrab dengan Efek Doppler pada gelombang suara dalam kehidupan sehari-hari. Dalam dunia ilmu pengetahuan modern, Efek Doppler memiliki aplikasinya dalam berbagai bidang ilmu (Paik, 2021).

Berikut ini adalah contoh kasus yang akan mempermudah kita memahami efek doppler.



Gambar 7.2. Ilustrasi Efek Doppler
Sumber : (Paik, 2021)

Ketika sumber mendekati kita, setiap gelombang yang dihasilkan berasal dari tempat yang semakin dekat dengan kita daripada gelombang sebelumnya. Ketika sumber bergerak, gelombang tampak seperti berkumpul bersama, dan jarak waktu antara gelombang berturut-turut yang mencapai kita berkurang (sehingga panjang gelombang berkurang). Ini menyebabkan frekuensinya meningkat, meskipun kecepatannya tetap. Sebaliknya, ketika sumber bergerak menjauhi kita, setiap gelombang berasal dari tempat yang semakin jauh dari kita daripada gelombang sebelumnya. Ini membuat gelombang lebih menyebar, sehingga panjang gelombang meningkat dan frekuensinya berkurang. Berdasarkan deskripsi di atas, maka dapat dianalisis:

Ketika sumber bergerak dan pengamat diam, dapat digunakan persamaan berikut:

$$f = \left(\frac{c}{c + v_s} \right) f_0$$

f adalah frekuensi yang diamati, f_0 adalah frekuensi aktual, c adalah kecepatan gelombang dalam medium, V_s adalah kecepatan sumber. Harus dicatat bahwa V_s positif ketika sumber bergerak menjauh dari pengamat, dan negatif ketika sumber bergerak menuju pengamat. Demikian pula, ketika sumber diam dan pengamat bergerak, persamaannya adalah sebagai berikut.

$$f = \left(\frac{c + v_0}{c} \right) f_0$$

Simbol-simbol ini sama dengan kuantitas yang disebutkan sebelumnya dan V_o adalah kecepatan pengamat. Berbeda dengan sebelumnya, V_o positif ketika pengamat bergerak menuju sumber dan negatif ketika bergerak menjauh dari sumber. Ketika baik sumber maupun pengamat bergerak satu sama lain, persamaan ini dapat digabungkan menjadi persamaan berikut.

$$f = \left(\frac{c + v_0}{c + v_s} \right) f_0$$

Efek Doppler memiliki peran yang penting dalam dunia kebidanan, terutama dalam pemantauan kesehatan janin dan ibu hamil. Berikut adalah beberapa manfaat dari Efek Doppler dalam bidang kebidanan:

1. Pemantauan Denyut Jantung Janin (DJJ): Efek Doppler digunakan dalam alat Doppler fetal untuk mendengarkan dan merekam denyut jantung janin. Ini memberikan informasi vital tentang kesejahteraan janin, memungkinkan para profesional kesehatan untuk memonitor detak jantung janin dan mengidentifikasi masalah kesehatan potensial.
2. Evaluasi Aliran Darah Plasenta: Doppler juga digunakan untuk mengevaluasi aliran darah plasenta. Pemantauan aliran darah plasenta dapat memberikan petunjuk tentang kesehatan janin dan memastikan pasokan nutrisi dan oksigen yang memadai.
3. Deteksi Dini Masalah Kesehatan Janin: Penerapan Efek Doppler memungkinkan deteksi dini kelainan kesehatan janin, seperti gangguan pertumbuhan intrauterin atau kondisi yang dapat mempengaruhi sirkulasi darah janin.

4. **Pemantauan Persalinan:** Selama persalinan, Efek Doppler dapat digunakan untuk memantau denyut jantung janin dan memberikan informasi instan kepada tim medis. Hal ini membantu dalam pengambilan keputusan seputar manajemen persalinan.
5. **Evaluasi Aliran Darah Uterin:** Efek Doppler digunakan untuk mengevaluasi aliran darah dalam pembuluh darah uterin. Informasi ini dapat membantu dalam pemahaman lebih lanjut tentang fungsi plasenta dan kesehatan ibu hamil.
6. **Konsultasi Antenatal:** Pemeriksaan dengan Efek Doppler dapat menjadi bagian dari konsultasi antenatal rutin, memungkinkan pemantauan berkala kesehatan janin selama kehamilan.
7. **Pemantauan Kesehatan Ibu Hamil:** Selain pemantauan janin, Efek Doppler juga dapat digunakan untuk mengevaluasi aliran darah dalam pembuluh darah ibu hamil, memberikan informasi tentang kondisi kesehatan ibu yang dapat mempengaruhi kehamilan.

7.5 Alat Kebidanan yang Berhubungan dengan Teori Gelombang

Dalam bidang kebidanan, terdapat beberapa alat kesehatan yang menggunakan prinsip gelombang untuk membantu dalam diagnosis, pemantauan kehamilan, dan perawatan ibu hamil. Beberapa contoh alat kesehatan dalam kebidanan dengan prinsip gelombang:

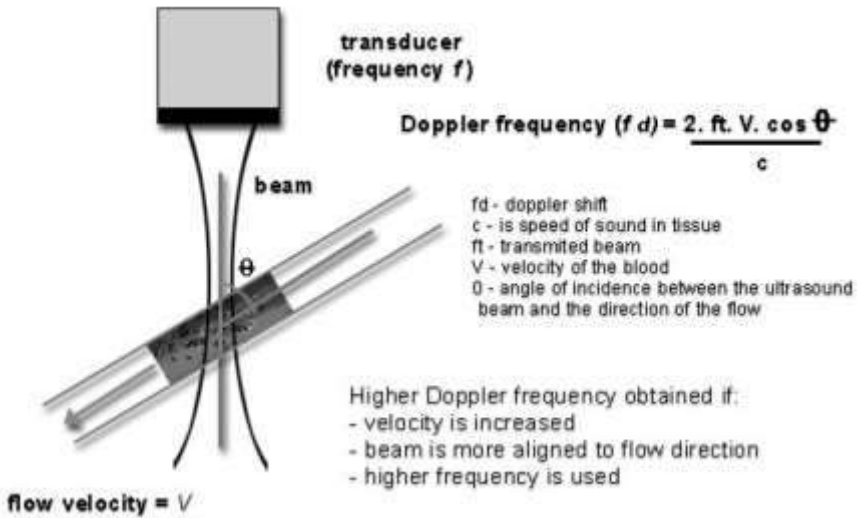
7.5.1 Ultrasonografi Doppler

Ultrasonografi Doppler merupakan suatu metode diagnostik medis yang memanfaatkan prinsip efek Doppler pada gelombang suara untuk mengukur pergerakan atau kecepatan aliran darah dalam tubuh. Prinsip dasar kerja Ultrasonografi Doppler adalah berdasarkan perubahan frekuensi gelombang suara yang dipantulkan oleh pergerakan objek yang sedang diamati, dalam hal ini, partikel darah.

Prinsip kerja Ultrasonografi Doppler melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Pembentukan Gelombang Suara Ultrasonik: Sebuah transduser menghasilkan gelombang suara ultrasonik dan mengirimkannya ke dalam tubuh pasien.
2. Pantulan Gelombang oleh Objek yang Bergerak: Gelombang suara tersebut bertemu dengan objek yang bergerak, dalam konteks ini adalah partikel darah. Objek yang bergerak ini memantulkan gelombang suara kembali ke transduser.
3. Efek Doppler pada Frekuensi Gelombang: Jika objek (partikel darah) bergerak, frekuensi gelombang suara yang dipantulkan akan mengalami pergeseran. Ini disebut efek Doppler. Jika objek mendekati transduser, frekuensinya akan meningkat, sedangkan jika objek menjauhi transduser, frekuensinya akan berkurang.
4. Pengukuran Frekuensi Doppler: Perangkat Ultrasonografi Doppler mendeteksi perubahan frekuensi tersebut. Informasi ini kemudian diubah menjadi grafik atau suara yang dapat diinterpretasikan oleh tenaga medis.

Perhitungan Kecepatan Aliran Darah: Kecepatan aliran darah diukur berdasarkan pergeseran frekuensi Doppler. Sudut antara arah pergerakan darah dan arah gelombang ultrasonik juga diperhitungkan untuk menghasilkan hasil yang akurat.

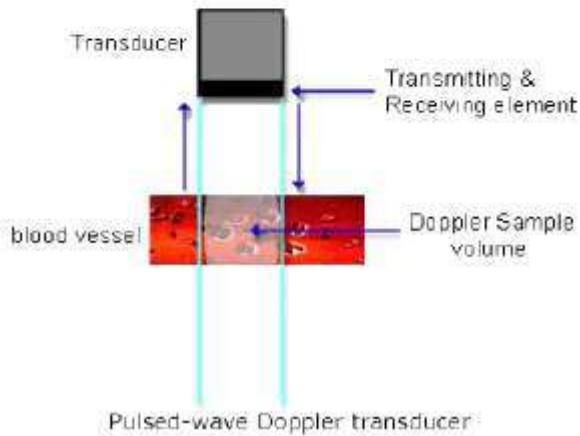
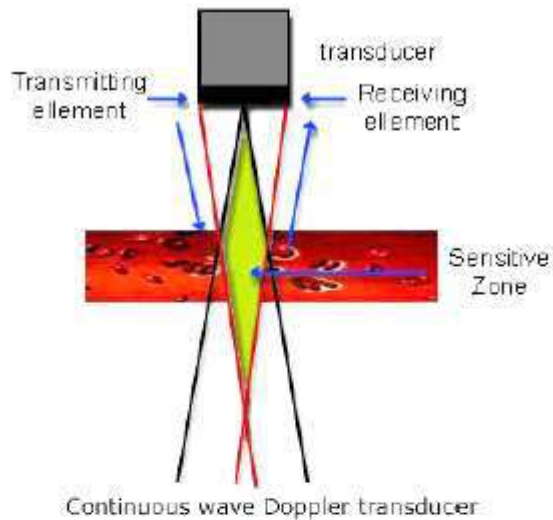


Gambar 7.3. Ultrasonografi Doppler. Ultrasonografi Doppler mengukur pergerakan pemantul melalui balok sebagai perubahan fasa dalam sinyal yang diterima. Frekuensi Doppler yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengukur kecepatan jika sudut balok/alir diketahui.

Sumber : (Nicolaidis & Rizzo, 2000)

Gelombang Kontinu dan Terpulsa

Seperti namanya, sistem gelombang kontinu menggunakan pengiriman dan penerimaan gelombang ultrasonik tanpa henti. Sinyal Doppler diperoleh dari semua pembuluh darah di lintasan balok ultrasonik (hingga balok ultrasonik menjadi cukup lemah karena kedalaman). Meskipun ultrasonografi Doppler gelombang kontinu tidak mampu menentukan posisi persis dari kecepatan dalam balok dan tidak dapat digunakan untuk membuat gambar aliran warna, terdapat sistem ultrasonografi Doppler yang terjangkau yang menggunakan probe gelombang kontinu untuk memberikan output Doppler tanpa memerlukan gambar mode B tambahan. Metode ini juga diterapkan dalam pemindaian jantung pada orang dewasa untuk meneliti kecepatan tinggi di aorta.



Gambar 7.4. Continuous and pulse-wave Doppler
 Sumber : (Nicolaidis & Rizzo, 2000)

Secara umum, baik ultrasonografi Doppler maupun pemindai ultrasonografi obstetrik menggunakan gelombang terpulsa. Hal ini memungkinkan pengukuran kedalaman (atau jarak) lokasi aliran. Selain itu, ukuran volume sampel (atau gerbang jarak) dapat diubah sesuai kebutuhan. Gelombang terpulsa

ultrasonik digunakan untuk menyediakan data bagi sonogram Doppler dan gambar aliran warna.

7.5.2 Cardiotocography

CTG atau Cardiotocography adalah suatu metode diagnostik yang digunakan dalam bidang kebidanan untuk memantau detak jantung janin dan aktivitas kontraksi rahim pada ibu hamil. Pemantauan ini membantu para pekerja di bidang kesehatan untuk mengevaluasi kesehatan janin dan responsnya terhadap aktivitas rahim selama kehamilan dan persalinan.

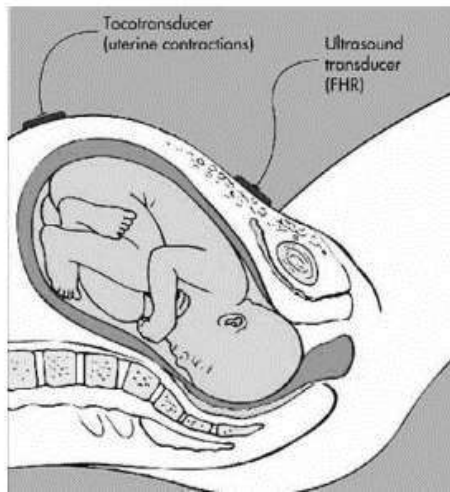
Prinsip CTG:

1. Detak Jantung Janin (*Fetal Heart Rate/FHR*): CTG merekam detak jantung janin untuk mengevaluasi irama dan frekuensinya. Deteksi perubahan detak jantung dapat memberikan indikasi tentang kesehatan janin.
2. Kontraksi Rahim (*Uterine Contractions*): CTG juga merekam aktivitas kontraksi rahim pada ibu hamil. Informasi ini membantu untuk memonitor intensitas dan frekuensi kontraksi.

CTG biasanya digunakan selama trimester terakhir kehamilan dan selama proses persalinan. Beberapa penerapan CTG:

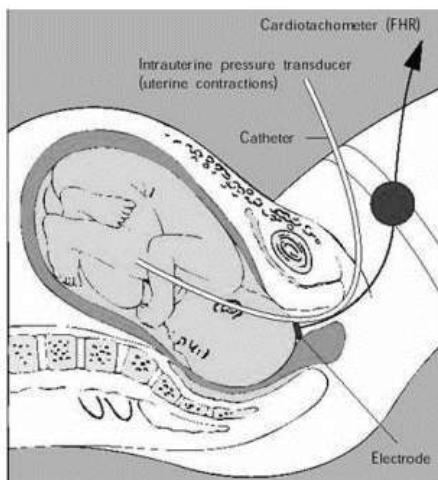
1. Evaluasi Kesehatan Janin: Memberikan gambaran tentang respons janin terhadap kondisi lingkungan dalam rahim, termasuk respons terhadap kontraksi rahim.
2. Deteksi Ketidaknormalan: CTG dapat membantu mendeteksi potensi masalah kesehatan janin, seperti hipoksia (kurangnya pasokan oksigen).

Pemantauan selama Persalinan: Selama persalinan, CTG dapat membantu para profesional kesehatan untuk memantau detak jantung janin dan mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin timbul selama proses persalinan.



Gambar 7.5. Indirect (External monitoring)
 Sumber : (Basic & Skill, 2009)

Cardiotocography (CTG) adalah suatu perangkat yang dipergunakan oleh dokter kandungan untuk memonitor denyut jantung dan kontraksi rahim selama kehamilan. Normalnya, detak jantung janin berkisar antara 110 hingga 160 denyut per menit dan dapat meningkat ketika bayi bergerak.



Gambar 7.6. Direct (Internal monitoring)
 Sumber : (Basic & Skill, 2009)

Pemeriksaan detak jantung bayi ini memberikan gambaran tidak langsung mengenai tingkat oksigen yang diterima bayi dari plasenta. Tes ini melihat bagaimana detak jantung bayi merespon kontraksi rahim. Alat ini umumnya digunakan pada trimester ketiga kehamilan dan bermanfaat untuk mendeteksi potensi gangguan pada bayi sebelum atau selama persalinan.

Cardiotocography (CTG) menghasilkan output berupa grafik yang mencatat denyut jantung janin dan kontraksi rahim selama periode tertentu. Grafik ini dibuat pada selembar kertas khusus yang biasanya disertakan dengan CTG. Berikut adalah contoh grafik hasil dari *Cardiotocography* (CTG).

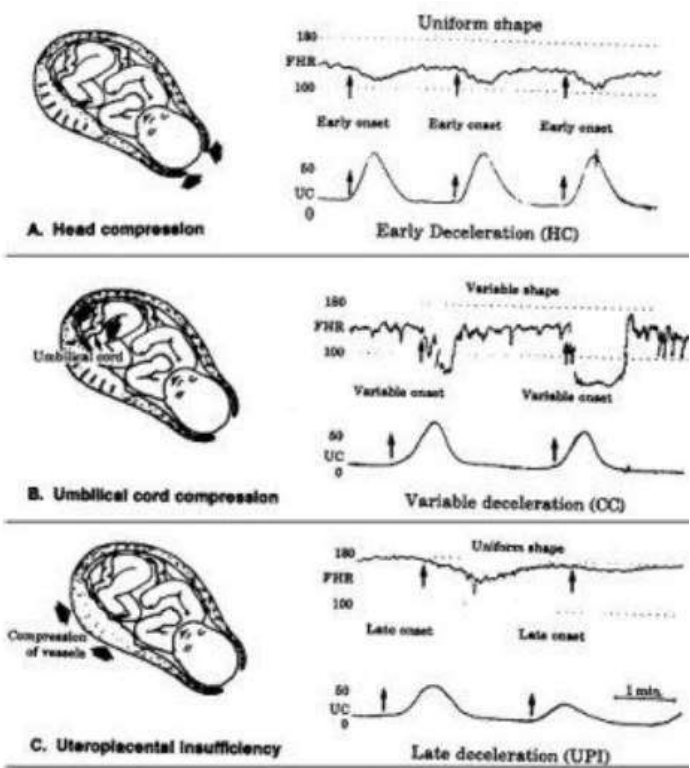
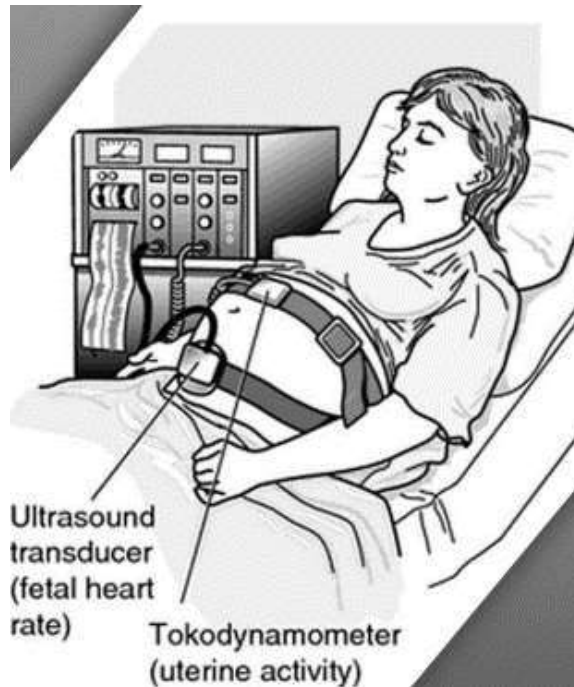


Figure 24-2 FHR deceleration patterns and implied etiology according to E.H. Hon. (From E.H. Hon. *An Atlas of Fetal Heart Rate Patterns* Hartley Press, New Haven, 1968)

Gambar 7.7. Pattern hasil pemeriksaan CDG
Sumber : (Basic & Skill, 2009)

NST (Non-Stress Test)

NST (*Non-Stress Test*) adalah suatu tes yang digunakan dalam bidang kebidanan untuk mengevaluasi kesehatan janin dalam kandungan. NST dinamakan "*non-stress*" karena tes ini tidak memerlukan stimulus atau stres tambahan terhadap janin atau ibu. Tujuan utama NST adalah untuk memonitor detak jantung janin dan responsnya terhadap kondisi istirahat.



Gambar 7.8. Illustration of NST
Sumber : (Counselling et al., n.d.)

Pemeriksaan *Non-Stress Test* (NST) adalah metode non-invasif untuk memantau fungsi plasenta dan kesejahteraan janin. NST direkomendasikan untuk kehamilan dengan risiko atau komplikasi tertentu, seperti diabetes, tekanan darah tinggi, bayi dengan pertumbuhan terhambat, atau melewati tanggal perkiraan kelahiran. Berikut adalah rangkuman mengenai apa yang dapat diharapkan selama NST:

NST berlangsung selama minimal 20 menit, kadang-kadang dapat memakan waktu hingga satu jam, dengan fokus pada pola detak jantung janin. Seperti detak jantung yang meningkat saat kita melakukan aktivitas, detak jantung janin seharusnya juga meningkat saat bayi bergerak.

NST dianggap "reaktif" atau memberikan jaminan ketika terjadi peningkatan detak jantung setidaknya dua kali dalam periode 20 menit. Jika bayi sedang tenang, perawat atau asisten medis mungkin memberikan saran untuk merangsang aktivitas bayi (Health, n.d.).

NST umumnya dilakukan pada trimester ketiga kehamilan, terutama pada kasus-kasus di mana perawatan tambahan diperlukan atau ketika ada potensi risiko kesehatan janin. Beberapa penerapan NST:

1. Evaluasi Kesehatan Janin: NST membantu mengidentifikasi apakah janin dalam kondisi baik atau mungkin mengalami stres.
2. Deteksi Ketidaknormalan: NST dapat membantu mendeteksi ketidaknormalan pada detak jantung janin yang mungkin menunjukkan masalah kesehatan.
3. Manajemen Kehamilan Risiko Tinggi: NST sering direkomendasikan untuk ibu hamil dengan faktor risiko tertentu, seperti riwayat kehamilan yang sulit atau kondisi medis tertentu.

Prosedur NST: Wanita hamil akan ditempatkan di posisi yang nyaman, dan alat monitor detak jantung janin akan ditempatkan di perutnya. Selama periode pengamatan, perubahan detak jantung janin akan direkam dan dianalisis.

Dengan memahami prinsip-prinsip gelombang, kita mampu mengembangkan teknologi medis yang tidak hanya memastikan kesejahteraan ibu dan janin selama kehamilan, tetapi juga memberikan pengetahuan mendalam tentang perkembangan janin di dalam rahim. Alat-alat seperti Ultrasonografi Doppler, CDG, dan NST, yang mendasarkan fungsinya pada sifat-sifat gelombang, memberikan ilustrasi visual memungkinkan deteksi dini kelainan perkembangan, pemantauan pertumbuhan janin, dan intervensi

yang tepat waktu. Dengan demikian, integrasi teori gelombang dalam alat kebidanan tidak hanya mengangkat standar asuhan prenatal, tetapi juga membantu mengurangi risiko dan meningkatkan peluang bagi ibu dan bayi untuk mengalami proses kelahiran yang sehat dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Basic, P., & Skill, S. 2009. *Cardiotocography (CTG) Electronic Fetal Monitoring Kardiotokografi*.
- Counselling, P. C., Workup, I., Donation, O., Programmes, E. S., Freezing, E., Freezing, O., Preserved, C., Bank, S., Clinic, A., Surgery, A. E., Analysis, H., Clinic, R. M., & Clinic, N. (n.d.). *Fetal non stress test*.
- Health, S. (n.d.). *FETAL NON-STRESS TEST*. 36.
- Indonesia, G. E. T. P. (n.d.). *KONSEP DASAR IPA UNTUK SD / MI*.
- Nicolaides, K., & Rizzo, G. 2000. Doppler studies in red blood cell isoimmunization. *Placental and Fetal Doppler*, 105–119. <https://doi.org/10.1201/b14685-8>
- Paik, A. D. 2021. *The Doppler effect or Doppler shift is the change in the frequency of the wave whenever there is a relative motion between the source and the wave . A common example of Doppler effect is the change of pitch heard when a vehicle sounding horn approach. November, 0–5.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13553.61282>

BAB 8

ASAM DAN BASA DALAM KEHIDUPAN

Oleh Andi Budirohmi

8.1 Pendahuluan

Persetiap bahan atau persenyawaan memiliki ciri asam, basa, atau garam. Tentang memastikan apakah bahan atau persenyawaan tersebut asam, basa dan garam dilakukan identifikasi dengan memakai *indicator* (petunjuk). Petunjuk ini bisa berwujud penanda universal *paper* atau lakmus biru/ merah (Alluru S) 2019. Sifat asam, basa dan garam bisa dilaksanakan di laboratorium dengan memakai petunjuk asam basa dari material alami, seperti bunga kembang sepatu, bougenvil, kunyit dan sebagainya. Bahan tersebut bertindak selaku *natural indicator* pada larutan asam, basa, dan garam (Buckmaster J, 2023).

Asam adalah zat yang mempunyai karakteristik yang spesifik, seperti rasa masam, miliki sifat berkarat dan penghantar arus listrik(asam kuat). Asam juga bisa bereaksi dengan logam dan membentuk gas hidrogen. Petunjuk lain dari asam ini bila di uji dengan pakai kertas laksmus maka kertas lakmus biru berubah jadi merah (Deepa C, 2022).

Adapun contoh asam di jumpai dalam tubuh yaitu asam klorida yang ada di lambung, asam asetat yang ada pada cuka, asam karbonat, dan asam sitrat dalam berbagai jeruk (Edward G, 2018).

Sebaliknya basa adalah zat yang memiliki sifat yang spesial. Salah satu contoh ciri spesial basa yang ditemui dalam kehidupan ini adalah bila basa menyentuh kulit maka kulit terasa getir dan lilin. Untuk memahami mengapa suatu zat di kategorikan asam ataupun basa dan garam maka dilakukan uji identifikasi di laboratorium. Uji identifikasi basa, dapat di lakukan dengan menggunakan kertas laksmus merah dan biru (Jean P,2012).

Bila kita melakukan tes identifikasi basa pada larutan pakai kertas lakmus merah maka, dan kertas tersebut berubah warnanya menjadi biru maka senyawa itu dikategorikan basa. Adapun contoh

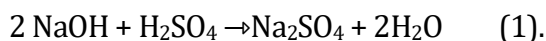
basa yang lain bisa di temui pada senyawa amoniak, senyawa ini memiliki bau spesifik dimana daya rangsangannya yang kuat. Senyawa amonia, biasa digunakan dalam bentuk larutan air dan banyak di temui dipasaran dan di gunakan selaku cairan pembersih lantai, pemat hama dan pupuk(Jean C dkk, 2015).

8.2 Kaidah Asam Basa Menurut Arrhenius

Kaidah asam dan basa banyak di jumpai dari berbagai literatur. Dalam hal ini, ada beberapa kaidah asam, basa dan garam yang akan di uraikan, diantaranya kaidah Arrhaenus dan Bronsted Lowry (Kemel dkk, 2016).

Sebagaimana yang kita ketahui asam ialah bahan yang membebaskan ion H^+ atau H_3O^+ dalam air (Arrhaenus). Sedangkan basa menurut Arrhaenus ialah senyawa yang membebaskan ion hidroksida dalam air (Paul. F dkk, 2019). Jika kita mengulas asam dan basa, maka kita tak luput dari produk yang di hasilkan. Bila suatu asam dan basa bereaksi, maka membentuk reaksi netral yang menghasilkan garam (Samin N, 2017).

Pada saat terjadi reaksi netral ion H^+ dan OH^- jumlahnya berkurang, akibat berkurangnya jumlah H^+ dan OH^- berdampak pada hilangnya sifat asam dan basa dalam larutan dengan cara beriringan. Pada reaksi asam dan basa yang menghasilkan garam yang jumlahnya lebih dari satu, juga di pengaruhi oleh jenis asam dan basa yang direaksikan. Mengenai variasi jumlah garam, salah satu contoh yang biasa ditemui adalah reaksi asam poliprotik, dengan basa menghasilkan beberapa jenis garam, Reaksi di lihat pada Persamaan Reaksi 1:



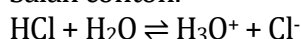
8.3 Kaidah Asam Basa Menurut Bronsted-Lowry

Kaidah asam basa yang diungkapkan oleh Bronsted dan Lowry (1923) yang di lakukan dengan cara terpisah. Sesuai dengan kaidah asam basa Bronsted-Lowry, asam dikatakan sebagai spesi ion yang dapat mendonorkan proton (H^+) atau melepaskan kation hidrogen (Prannoy S, dkk, 2017).

Arti basa berdasarkan Bronsted-Lowry adalah zat atau spesi ion yang terima proton (akseptor H^+ atau penerima hidrogen). Kaidah ini dapat dimanfaatkan ketika mengungkapkan sifat dari asam basa dengan memakai beragam *solvent*, tak hanya air, (Nadeeha. 2022). Ulasan kaidah asam basa Bronsted-Lowry dapat dituliskan sbb:

Asam = donor H^+ sedangkan Basa = penerima H^+

Salah contoh:



HCL berciri asam sebab donorkan ion H^+

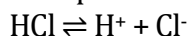
H_2O berciri basa sebab terima donor H^+

H_3O^+ berciri asam konjugasi sebab bisa berikan lagi ion H^+

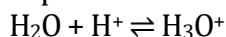
Cl^- bersifat basa konjugasi karena dapat menerima lagi ion H^+ , dari uraian di atas bisa di tulis persamaannya seperti di bawah ini:

Jadi: Asam + Basa $\rightleftharpoons$ Basa Konjugasi + Asam Konjugasi

Kenapa Cl^- dinamai basa konjugasi dari senyawa HCL? Karena ia mampu menerima donor H^+ . Reaksinya seperti ini:



Mengapa H_3O^+ dinamai selaku asam konjugasi dari H_2O ? Karena ia dapat donorkan H^+ . Reaksi kimianya sbb:



Dalam hal ini air ini dapat bertindak sebagai basa, atau asam hingga disebut amfoterik. Asam konjugasi ialah ion yang didapat ketika basa menerima proton (H^+). Sebaliknya basa konjugasi ialah ion yang didapat setelah asam itu hilang protonnya (H^+). Kedua reaksi ini dapat menjadi reversibel atau dibalik (Vasudevan,dkk, 2019).

8.4 Larutan Asam basa Dalam Air

Asam monoprotik yaitu ion yang dapat mendonorkan satu proton ke satu molekul air. Akibat sumbangan proton tersebut maka suatu reaksi yang reversible bilamana, pada tiap asam harus menghasilkan basa yang sumbangkan protonnya. Peristiwa serupa terjadi pula pada basa di mana tiap basa harus menghasilkan suatu asam yang menerima sebuah proton, hubungan ini di namai konjugat.

8.5 Asam poliprotik

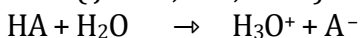
Asam poliprotik ialah asam yang bisa sumbangkan lebih dari satu proton dengan molekul disebut asam poliprotik, seperti H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan H_2CO_3 . Bilamana senyawa H_2SO_4 , dan H_2CO_3 mampu, mendonorkan dua proton maka dinamai asam diprotik. Jika asam dengan ion yang mampu sumbangkan tiga proton, seperti H_3PO_4 , juga disebut triprotik (Jean C dkk, 2015 & Paul F dkk, 2019).

Ketika kita mengulas ciri basa, ada kejadian yang biasa terjadi pada larutan air, di mana basa yang terbentuk berasal dari ion hidroksida (OH^-), (Bronsted-Lowry). Bila kita mengkaitkan karakter basa kuat dengan ion hidroksida lazim di temui serta penggolongan unsur maka, unsur yang memiliki basa kuat dapat di temui pada golongan IA dan IIA (Jean C dkk, 2015 & Paul F dkk, 2019).

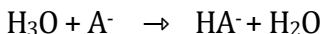
Untuk memberi kemudahan dalam hal penamaan asam dan basa, maka para ahli mengelompokkan asam dan basa berdasarkan karakteristiknya. Suatu basa dapat di golongan menjadi basa monohidroksi dan dihidroksi berdasarkan kemampuan memberi ion hidroksi. Kita bisa melihat contoh senyawa basa NaOH dan KOH , yang bisa memberikan 1 mol ion hidroksida per mol senyawa, dinamai basa monohidroksi. Di sisi lain kita bisa melihat contoh senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$, pada senyawa tersebut, 2 mol ion hidroksida diberikan pada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$, maka dinamai basa dihidroksi (Jean P dkk, 2012 & Paul F, 2019).

8.6 Kekuatan Asam dan Basa Kuat

Suatu asam, HA , dalam larutan air menunjukkan parameter yang berasal dari peristiwa kecendrungan mendonorkan satu buah proton dalam molekul air (Jean C, dkk, 2015):

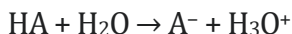


Bila mana reaksi berproses dari kiri ke kanan dan basa konjugat A^- cenderung terima satu buah proton dari H_3O^+ maka asam itu semakin kuat dan makin lemah basa konjugatnya (Jean C, dkk, 2015). Di antara ketiga asam ini: HCl , $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ dan HCN , yang terkuat adalah HCl dan terlemah HCN . Di antara ketiga basa ini : Cl^- , $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ dan CN^- basa terkuat adalah CN^- dan terlemah Cl^- (Jean C, dkk, 2015):



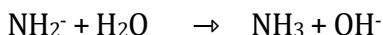
8.7 Leveling Effect

Efek perataan (*leveling effect* pada pelarut) yakni, reaksi *solvent* bertindak mengurangi reagensia yang berbeda menjadi sama kuat. Efek perataan *solvent* mengacu pada pengaruh *solvent* terhadap sifat asam dan basa. Kekuatan asam kuat dibatasi (diratakan) oleh kebasaan pelarut. Demikian pula kekuatan basa kuat ditentukan oleh keasaman pelarut. Ketika asam kuat dilarutkan dalam air, ia bereaksi dengannya membentuk ion hidronium (H_3O^+). Contohnya adalah reaksi berikut, dimana "HA" adalah asam kuat (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).



Asam apa pun yang lebih kuat dari H_3O^+ akan bereaksi dengan H_2O membentuk H_3O^+ . Oleh karena itu, tak ada asam yang lebih kuat dari H_3O^+ dalam H_2O . Misalnya, asam perklorat encer (HClO_4), asam klorida encer (HCl), dan asam nitrat encer (HNO_3) semuanya terionisasi sempurna, dan semuanya merupakan asam yang sama kuatnya (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

Demikian pula, jika amonia adalah pelarutnya, asam yang paling kuat adalah amonium (NH_4^+), sehingga HCl dan asam super mempunyai efek pengasaman yang sama. Hal yang sama berlaku untuk basa. Dalam air, OH^- adalah basa terkuat. Jadi, meskipun natrium amida (NaNH_2) merupakan basa yang luar biasa (pK_a dari $\text{NH}_3 \sim 33$), dalam air ia hanya sebas natrium hidroksida. Di sisi lain, NaNH_2 merupakan reagen yang jauh lebih basa dalam amonia dibandingkan NaOH (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019). Bila NaNH_2 bereaksi dengan air, maka reaksi di tuliskan sebagai berikut:



8.8 Leveling and Differentiating Solvents

Basa kuat bersifat meratakan pelarut asam sedangkan basa lemah bersifat membedakan pelarut asam. Dalam pelarut yang merata, banyak asam yang terdisosiasi sempurna sehingga memiliki

kekuatan yang sama. Semua asam cenderung menjadi tidak dapat dibedakan kekuatannya ketika dilarutkan dalam pelarut basa kuat karena afinitas basa kuat yang lebih besar terhadap proton. Kejadian ini disebut efek meratakan (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

Sebaliknya, dalam pelarut yang berdiferensiasi, berbagai asam berdisosiasi pada derajat yang berbeda sehingga memiliki kekuatan yang berbeda. Misalnya, asam asetat anhidrat (CH_3COOH) sebagai pelarut merupakan akseptor proton yang lebih lemah dibandingkan air. Asam berair kuat seperti asam klorida dan asam perklorat hanya terdisosiasi sebagian dalam asam asetat anhidrat dan kekuatannya tidak setara; sebenarnya asam perklorat sekitar 5000 kali lebih kuat dari asam klorida dalam pelarut ini (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

Pelarut yang bersifat basa lemah seperti asam asetat memiliki kecenderungan yang lebih kecil dibandingkan pelarut yang lebih basa kuat seperti air untuk menerima proton. Demikian pula pelarut yang bersifat asam lemah mempunyai kecenderungan yang lebih kecil untuk menyumbangkan proton dibandingkan dengan asam kuat ini (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

Karena efek pemerataan dari pelarut umum, studi tentang asam super dilakukan dalam pelarut yang lebih berdiferensiasi yang bersifat basa sangat lemah seperti sulfur dioksida (cair) dan SO_2ClF (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

8.9 Jenis pelarut berdasarkan interaksi proton

Berdasarkan interaksi proton, pelarut ada empat jenis :

1. Pelarut protofilik ialah yang memiliki kecenderungan lebih besar untuk menerima proton, misalnya air, alkohol, amonia cair, dll.
2. Pelarut protogenik ialah yang cenderung menghasilkan proton, misalnya air, hidrogen klorida cair, asam asetat glasial, dll.
3. Pelarut amfiprotik ialah yang bersifat protofilik atau protogenik, misalnya air, amonia, etil alkohol, dll.
4. Pelarut aprotik: pelarut yang tidak menyumbangkan atau menerima proton, misalnya benzena, karbon tetraklorida, karbon disulfida, dll. HCl berperan sebagai asam pada H_2O ,

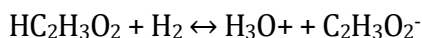
asam kuat pada NH_3 , asam lemah pada CH_3COOH , netral pada C_6H_6 , dan basa lemah pada HF (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

8.10 Reaksi Asam-Basa dalam Larutan Garam dalam Air

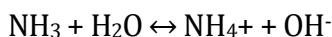
Dalam air murni terdapat ion H^+ (atau H_3O^+) dimana kadar ion OH^- sama, dan jumlahnya relatif rendah. Bila *concentration* H^+ seimbang dengan OH^- maka larutan tersebut netral. Jika *concentration* H^+ lebih besar daripada OH^- , maka larutan itu berciri asam. Bila *concentration* OH^- lebih tinggi daripada H^+ , larutan berciri basa (Samin, 2017).

Ada beberapa contoh larutan air dari garam bisa berciri asam, basa atau netral dalam keseharian kita. Bila suatu larutan air yang berasal dari ammonium klorida bisa merahkan lakmus biru maka larutan tersebut bersifat asam. Ciri basa bisa di lihat pada contoh air yang di campur natrium asetat, larutan ini yang mampu membirukan lakmus merah maka larutan ini termasuk basa (Samin N, 2017).

Kondisi netral dapat di lihat contohnya yakni air yang di tambah natrium klorida, atau ammonium asetat yang di campur air di mana kedua larutan ini tak mampu memberi efek perubahan warna pada lakmus sehingga kedua larutan tersebut di kategorikan sebagai larutan netral. Bilamana kita hendak menjelaskan beda dari kasus ini, maka wajib berfokus pada reaksi kation atau anion. Hal ini di uraikan contohnya pada reaksi antara garam dengan air, yang biasa di sebut sebagai hidrolisis, contohnya hidrolisis pengionan asam asetat dalam air (Samin N, 2017 & Paul F dkk, 2019)



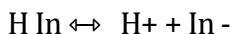
Pengionan amonia dalam air



Reaksi ion garam bersama air akan merubah sifat asam senyawa tersebut, karena ada mutasi proton dan hidrolisis(Samin N, 2017).

8.11 Petunjuk Asam dan Basa

Kata *indicator* (petunjuk) dalam hal ini ialah kebalikan dari kata dapar. Petunjuk asam basa dalam hal ialah sepasang asam-basa konjugasi dalam konsentrasi molar yang jumlahnya rendah hingga tak berpengaruh pada pH larutan secara keseluruhan (Samin N, 2017 & Paul F dkk, 2019): Di bawah ini di tuliskan persamaan reaksinya:



Maka, $[H^+] = K_a \times \frac{H\ In}{In^-}$

Fungsi indikator ialah bisa bertindak selaku pembeda pada zat terlarut, apakah asam, basa, atau garam. Indikator asam basa ialah molekul spesial yang diberikan pada larutan, dengan maksud untuk menentukan rentang pH yang ada pada zat terlarut (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

Senyawa indikator yang tak terdisosiasi akan memiliki warna yang beda bila diperbandingkan dengan indikator terionisasi. Indikator buatan ialah *indicator* yang telah dibikin di laboratorium atau di pabrik kimia, kita sisah memakainya(Paul F dkk, 2019).

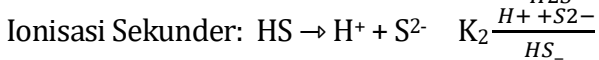
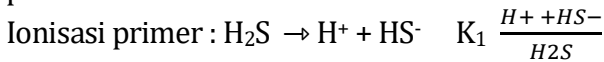
Bila hendak identifikasi ciri asam, basa, dan garam lazimnya memakai kertas lakmus merah dan biru (Paul F, 2019 & Deepa dkk, 2022). Indikator buatan lainnya yang bisa di pakai untuk identifikasi asam, basa dan garam ialah indikator universal, fenolptalin dan metal jingga. Indikator ini juga bisa di pakai untuk menentukan pH larutan (Jean C dkk, 2015 & Paul F, dkk, 2019).

Cara membikin *indicator* alami, yaitu :

1. Bunga yang berwarna di tumbuk dalam mortar.
2. Tuangkan sedikit aquades hingga di peroleh ekstrak cair.
3. Pipet ekstrak lalu diteteskan pada keramik.
4. Selanjutnya teteskan zat terlarut pada ekstrak, hingga warna berubah.

8.12 Asam Poliprotik (Berbasa Banyak) Lemah

Bila di temui kejadian seperti ionisasi rangkap banyak hal ini di sebabkan dengan adanya tetapan seimbangannya yang berjalan sendiri-sendiri contohnya , H_2S dan H_2CO_3 . (Paul F, 2019 & Deepa dkk, 2022). Di bawah ini di tuliskan reaksi yang termasuk ionisasi primer dan sekunder :



Tetapan ionisasi sekunder asam poliprotik selalu lebih kecil dari yang primer ($K_2 < K_1$,) selanjutnya ketiga jika ada, lebih kecil lagi dari yang kedua; demikian seterusnya. Namun, harus jelas bahwa $[H^+]$ menunjukkan konsentrasi real ion hydrogen di dalam larutan (Paul F, 2019 & Deepa dkk, 2022).

Bilamana di jumpai campuran air bersama beberapa ragam asam, maka asam tersebut memiliki andil dalam memberi konsentrasi hydrogen dalam zat terlarut. Dalam halini hanya ada satu nilai $[H^+]$ dalam persetiap zat terlarut tertentu, sekaligus menunjukkan kondisi keseimbangan berbagai asam (Paul F, 2019 & Deepa dkk, 2022).

Jika kita membahas tentang asam poliprotik, K_1 biasanya lebih besar dari K_2 . Bilamana hendak menentukan $[H^+]$, maka yang menjadi penentu adalah K_1 karena lebih besar t (Paul F, 2019 & Deepa dkk, 2022).

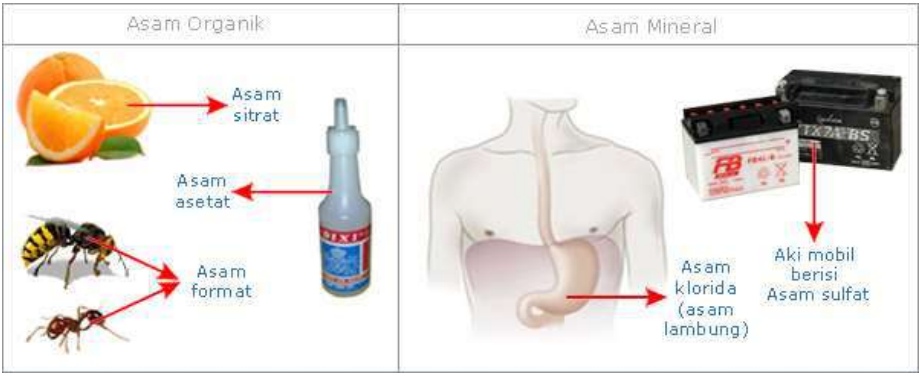
8.13 Penerapan Asam Basa Dalam Industri

Semua segi dalam hidup ini berkaitan dalam asam dan basa. Segi asam basa tersebut salah satu contohnya di temui untuk analisis kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam limbah. Pada pelaksanaan uji COD pada limbah memanfaatkan larutan buffer asam basa, asam sulfat serta buffer lain (Samin N, 2017).

Aplikasi asam basa dalam dunia industri bisa di temui pada dalam uji komposisi zat dalam limbah, pengawetan makanan, pembersih kotoran yang lengket pada mesin, sabun/detergen dan lain-lain (Samin N, 2017 & Paul F, dkk, 2019).

8.14 Contoh Aplikasi Asam Basa Dalam Kehidupan

Contoh-contoh Asam



Gambar 8.1. Contoh Asam
(Sumber : Paul dkk, 2019)

Asam bisa di jumpai di mana-mana dalam keseharian kita atau pun dunia industri. Beragam contoh asam bisa kita dapati dalam hidup ini, misalnya makanan, minuman, buah-buahan, air hujan bahkan di dalam tubuh kita banyak kandungan asamnya (Samin N, 2017 & Paul F, dkk, 2019). Istilah asam banyak di ulas dari berbagai sumber pustaka.

Di antara istilah asam yang lazim kita dapati adalah asam organik , contohnya asam sitrat yang terdapat dalam buah jeruk, asam format terdapat dalam gigitan semut dan lebah serta asam asetat. Sedangkan istilah asam mineral yang biasa di gunakan ketika menjumpai senyawa yang bersumber dari sistim pencernaan manusia dan hewan contohnya asam klorida yang ada di dalam lambung atau asam lambung (Paul F, dkk, 2019).

Fungsi asam mineral dalam tubuh manusia sebagai cadangan untuk memenuhi metabolisme kita, contoh asam mineral:asam klorida, asam sulfat untuk aki mobil dan asam fluorida yang biasa di pakai pada pabrik kaca (Samin N, 2017 & Paul F, dkk, 2019). Asam di kelompokkan menjadi dua jenis, yaitu asam kuat dan asam lemah. Kekuatan suatu asam dapat ditentukan dari kemampuannya melepaskan ion hidrogen.

Bila kita membahas asam sangat erat kaitannya dengan basa, karena asam, basa dan garam adalah peristiwa yang selalu berjalan beriringan dan banyak di temui dalam kehidupan kita (Samin N, 2017 & Paul F, dkk, 2019). Beberapa ciri spesial dari basa yang sering kita jumpai, diantaranya licin dan terasa pahit. Beberapa contoh zat basa yang sering digunakan (Paul F, dkk, 2019), adalah:

1. Natrium hidroksida / soda api / soda ash dan kalium hidroksida, di gunakan sebagai bahan baku pembersih dalam rumah tangga, misalnya sabun mandi, sabun cuci, detergen, pemutih dan pembersih lantai.
2. Magnesium hidroksida dan aluminium hidroksida, di jumpai pada komposisi obat nyeri lambung (antasid).
3. Amoniak, untuk pelarut desinfektan (pencegah terjadinya infeksi) dan bahan baku pupuk urea.



Gambar 8.2. Contoh Basa
(Sumber : Paul dkk, 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- Alluru S. Reddi. 2019. *Acid Base Disorders -Clinical Evaluation And Management*. New Jersey, New York: Springer.1-39.
- Buckmaster, J. 2023. *The Elements of Inorganic Chemistry*. Jerman. Anatiposi Publication. (01), 17-28.
- Deepa Chaudhary, Virendra, Priyanka Sharm. 2022. *GGSIPU.B.Sc. Hons Nursing*. Guide.India. Arihant Publication. 26-35.
- Edward G. Moffatt and Michael D. A. Thomas. 2018. *Durability of Rapid-Strength Concrete Produced with Ettringite-Based inders*. Aci Materials Journal. (115), 105-115.
- Jean-Paul Truchot.2012. *Comperative Aspects Of Extracellular Acid-Base Balance*. France. Spinger.1-29.
- Jean-Charles Joud, Marie-Geneviève Barthés-Labrousse. 2015. *Physical Chemistry and Acid-Base Properties of Surfaces*. UK. Wiley. 28- 40.
- Kemel & Harpen. 2016. *Fluid, Electrolyte And Acid Base Physiologi*. Canada. Elsevier. (03), 50-80.
- Paul Flowers, Richard Langely, William R. Robinson. 2019. *Chemistry 2e*. OpenStax, Rice University (02). 420-450.
- Samin Nosrat .2017. *Salt, Fat, Acid, Heat: Mastering the Elements of Good Cooking*. America. American Publication Data.
- Prannoy Suraneni, Jonathan Monical, Erol Unal, Yaghooob Farnam, and Jason Weiss. 2017. *Calcium Oxychloride Formation Potential in Cementitious Pastes Exposed to Blends of Deicing Salt*. Aci Materials Journal. (114), 631-645.
- Nadeeha. 2022. *Competitive Market Analysis of ACI Pure Salt*. BRAC Business School Brac University Publication.(02), 1-20
- Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan Vaidyanathan. 2019. *Text Book Biochemistry For Medical Student*. London. Jaypee Brothers Medical Publisher. 439-459.

BIODATA PENULIS



Siswi Wulandari, SST., Bd., M.Keb

Dosen Program Studi Kebidanan (S1)
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Kadiri

Penulis Lahir di Kota Kediri Jawa Timur tanggal 17 Juli 1985. Penulis adalah Dosen Tetap di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Kadiri sejak tahun 2008. Penulis Menyelesaikan Pendidikan Diploma III Kebidanan di Stikes Karya Husada Pare Kediri, dan melanjutkan Pendidikan Diploma IV Bidan Pendidik. Di Tahun 2014, Penulis menyelesaikan Pendidikan Magister Kebidanan di Universitas Brawijaya Malang

Penulis aktif mempublikasikan karyanya di jurnal Nasional dan Internasional. Selain publikasi Artikel Penelitian, penulis juga menulis buku ajar dan referensi. Selain menjadi dosen tetap, penulis juga enterprenuer.

BIODATA PENULIS



Aliyah Fahmi S.Si, M.Si

Dosen Kimia di Universitas Efarina, Pematang Siantar

Ketertarikan penulis terhadap ilmu kimia sejalan dengan studi Penulis yang berkaitan dengan Ilmu Kimia. Penulis memulai perkuliahan pada program studi D3 Analis Kimia di Universitas Sumatera Utara, yang dilanjutkan S1 Kimia pada tahun 2005 s/d 2007. Penulis kemudian melanjutkan perkuliahan pada jenjang magister di tahun 2014 s/d 2016 dan menjadi Dosen Kimia di Universitas Efarina, Pematang Siantar. Penulis ditempatkan di Fakultas Kesehatan, tepatnya di Program Studi D3 Analis Kesehatan atau Analis Teknik Laboratorium Medik. Saat ini, Penulis sedang dalam studi S3 terkait Ilmu Kimia. Beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Penulis didanai oleh LPDP dan Kemenristek DIKTI. Selain menjadi Peneliti, Penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara Indonesia. Email Penulis: alياهوfahmi0984@gmail.com

BIODATA PENULIS



Chusnul Zulaika, S.S.T.,M.Kes

Dosen Program Studi DIII Akupunktur
Jurusan Akupunktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta

Penulis lahir di Blora tanggal 6 Juli 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Akupunktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta. Menyelesaikan pendidikan D4 Bidan Pendidik di Poltekkes Kemenkes Semarang dan melanjutkan S2 Kesehatan Masyarakat di Universitas Diponegoro. Penulis menekuni bidang Menulis.

BIODATA PENULIS



Yuli Admasari, M.Tr.Keb.

Dosen Program Studi Sarjana Terapan Kebidanan
Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Palu

Yuli Admasari, lahir di Kediri, 27 Juli 1988. Riwayat pendidikan D-III Kebidanan dan D-IV Bidan Pendidik di Poltekkes Kemenkes Malang. Kemudian melanjutkan S2 Terapan Kebidanan di Poltekkes Kemenkes Semarang. Riwayat karir sebagai staf dosen di Stikes Bhakti Mulia Kediri tahun 2011-2021 dan saat ini aktif di Poltekkes Kemenkes Palu Prodi Sarjana Terapan Kebidanan.

BIODATA PENULIS



Arshy Prodyanatasari, M.Pd.

Dosen Program Studi D3 Fisioterapi
Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

Penulis lahir di Kediri tanggal 28 Mei 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Fisioterapi, Fakultas Kesehatan Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri sejak tahun 2013 samai sekarang. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2009 dan melanjutkan Pendidikan jenjang magister di Universitas Negeri Surabaya pada Program Studi S2 Pendidikan Sains.

Menjadi orang yang beruntung di dunia dan akhirat adalah impiannya, berguna bagi masyarakat adalah harapannya, dan beribadah adalah tujuan hidupnya.

BIODATA PENULIS



Fahmy Rinanda Saputri, S.T., M.Eng.

Dosen Program Studi Teknik Fisika

Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara

Penulis lahir pada bulan Agustus 1993 di Cilacap. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan studi pada Program Magister Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang instrumentasi, fisika bangunan, dan energi baru terbarukan.

BIODATA PENULIS



Dr. Andi Budirohmi, MT.
Dosen S1 Keperawatan
STIKes Gema Insan Akademik Makassar

Penulis lahir di Sengkang tanggal 06 February 1968. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Keperawatan Stikes Gema Insan Akademik Makassar.. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 pada Jurusan Teknik Kimia UMI. Selanjutnya menyelesaikan pendidikan S3 Ilmu Kimia di Universitas Hasanuddin Makassar. Penulis menekuni bidang Menulis. Telah menulis beberapa jurnal yang terindeks Scopus maupun Jurnal terindeks Sinta. Penulis juga aktif menulis buku.