



KIMIA KLINIK



Besse Hardianti | Emma Ismawatie | Dessy Arisanty
Fery Lusviana Widiyany | Darmayanita Wenty | Muhammad Yashir
Rita Maliza | Sunita RS | Enny Khotimah | Rauza Sukma Rita | Desi Aryani

EDITOR:
Dr. Nasrudin, S.Pd., M.Si
dr. Zida Maulina Aini, M. Ked. Trop, Sp. Rad



KIMIA KLINIK

Buku Kimia Klinik yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 11 bab, yaitu :

- Bab 1 Pemeriksaan Karbohidrat (Glukosa dan HbA1c)
- Bab 2 Pemeriksaan Profil Lipid (Trigliserida, Kolesterol, HDL dan LDL)
- Bab 3 Pemeriksaan Protein (Albumin, Globulin dan Fraksi Protein)
- Bab 4 Pemeriksaan Non Protein Nitrogen (Ureum, Kreatinin, Asam Urat)
- Bab 5 Pemeriksaan Gangguan Ginjal (CCT dan cystatin C)
- Bab 6 Pemeriksaan Gangguan Metabolisme Karbohidrat (Toleransi Glukosa, Hiperglikemia, Hipoglikemis dan DM)
- Bab 7 Pemeriksaan Gangguan Hati dan Saluran Empedu (bilirubin, AST, ALT, GGT,ALP)
- Bab 8 Pemeriksaan Gangguan Endrokrin (T3,T4, TSH, Ca, P)
- Bab 9 Pemeriksaan Gangguan Elektrolit (Na, Kdan Cl)
- Bab 10 Pemeriksaan Gangguan Kesimbangan Asam Basa (Analisa Gas Darah : pH, pO₂, pCO₂, SO₂, acid base, base excess, bikarbonat)
- Bab 11 Jaminan Mutu Pemeriksaan Kimia Klinik



☎ 0858 5343 1992
✉ eurekamediaakara@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-120-418-9



KIMIA KLINIK

apt. Besse Hardianti, M.Pharm.Sc., Ph.D
Emma Ismawatie S.ST., M.Kes
Dr. Dessy Arisanty, M.Sc
Dr. Fery Lusviana Widiyany, S.Gz., MPH., RD
Darmayanita Wenty, S.Si., M.Kes
Muhammad Yashir, A.Md.Kes., S.E., M.KM
Rita Maliza, Ph. D
Sunita RS., SKM., M.Sc
Dr. Enny Khotimah. AMAK. SE. MM
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D
Desi Aryani, AMAK., SE., MA



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

KIMIA KLINIK

- Penulis** : apt. Besse Hardianti, M.Pharm.Sc., Ph.D
Emma Ismawatie S.ST., M.Kes
Dr. Dessy Arisanty, M.Sc
Dr. Fery Lusviana Widiyany, S.Gz., MPH., RD
Darmayanita Wenty, S.Si., M.Kes
Muhammad Yashir, A.Md.Kes., S.E., M.KM
Rita Maliza, Ph. D
Sunita RS., SKM., M.Sc
Dr. Enny Khotimah. AMAK. SE. MM
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D
Desi Aryani, AMAK., SE., MA
- Editor** : Dr. Nasrudin, S.Pd., M.Si
dr. Zida Maulina Aini, M. Ked. Trop, Sp. Rad
- Desain Sampul** : Eri Setiawan
- Tata Letak** : Uli Mas'uliyah Indarwati
- ISBN** : 978-623-120-418-9
- Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, MARET 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Swt., karena atas rahmat dan hidayah-Nya, para penulis dapat merampungkan buku ajar ini dengan judul “Kimia Klinik.”

Kimia klinis adalah ilmu kuantitatif yang berkaitan dengan pengukuran biologis banyak zat penting (disebut analit) dalam cairan tubuh untuk tujuan diagnostik, terapeutik, pemantauan, dan lainnya. Cairan tubuh yang dapat digunakan antara lain darah (darah utuh, serum, plasma), urin, cairan serebrospinal, dan cairan sinovial. Kimia klinis dapat digunakan di banyak bidang, termasuk biokimia, endokrinologi, kimia analitik, toksikologi, imunologi, dan kedokteran..

Buku Kimia Klinik yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 11 bab, yaitu :

- Bab 1 Pemeriksaan karbohidrat (glukosa dan HbA1c)
- Bab 2 Pemeriksaan profil lipid (trigliserida, kolesterol, HDL dan LDL)
- Bab 3 Pemeriksaan protein (albumin, globulin dan fraksi protein)
- Bab 4 Pemeriksaan non protein nitrogen (ureum, kreatinin, asam urat)
- Bab 5 Pemeriksaan gangguan ginjal (CCT dan cystatin C)
- Bab 6 Pemeriksaan Gangguan metabolisme karbohidrat (toleransi glukosa, hiperglikemia, hipoglikemis dan DM)
- Bab 7 Pemeriksaan gangguan hati dan saluran empedu (bilirubin, AST, ALT, GGT,ALP)
- Bab 8 Pemeriksaan gangguan endrokrin (T3,T4, TSH, Ca, P)
- Bab 9 Pemeriksaan gangguan elektrolit (Na, Kdan Cl)
- Bab 10 Pemeriksaan gangguan keseimbangan asam basa (analisa gas darah : pH, pO₂, pCO₂, SO₂, acid base, base excess, bikarbonat)
- Bab 11 Jaminan mutu pemeriksaan Kimia Klinik

Penulis menyadari bahwa penulisan buku ajar ini kemungkinan masih banyak berisi informasi yang masih perlu terus dikembangkan dan dilengkapi. Namun besar harapan kami sebagai penulis buku ini dapat memberikan wawasan dan kontribusi positif bagi pembaca.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian buku ini. Semoga akan memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas Kesehatan kita bersama.

Makassar, 15 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PEMERIKSAAN KARBOHIDRAT (GLUKOSA DAN HBA1C)	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Glukosa	3
C. Kadar HbA1c	7
DAFTAR PUSTAKA	11
BAB 2 PEMERIKSAAN PROFIL LIPID	13
A. Pendahuluan.....	13
B. Klasifikasi Lipid.....	22
C. Persiapan Pemeriksaan Derivat Lemak	23
D. Penyebab Tingginya Kadar Lemak.....	24
E. Terapi Pengobatan	25
DAFTAR PUSTAKA	26
BAB 3 PEMERIKSAAN PROTEIN (ALBUMIN, GLOBULIN DAN FRAKSI PROTEIN).....	27
A. Pendahuluan.....	27
B. Total Protein dan Fraksi Protein	28
C. Penanganan Sampel untuk Pemeriksaan Protein	31
D. Metoda Pemeriksaan Protein	32
E. Pemeriksaan Protein Total.....	36
F. Pemeriksaan Albumin dan Globulin.....	41
G. Pemeriksaan Protein Plasma Kecil dan Hormon Transporting Plasma Protein (HbA1c).....	45
H. Arti Penting Pemeriksaan Protein dalam Biomedis..	45
DAFTAR PUSTAKA	49
BAB 4 PEMERIKSAAN NON-PROTEIN NITROGEN (UREUM, KREATININ, ASAM URAT).....	51
A. Pendahuluan.....	51
B. Pemeriksaan Ureum.....	51
C. Pemeriksaan Kreatinin.....	53

	D. Pemeriksaan Asam Urat.....	56
	DAFTAR PUSTAKA.....	58
BAB 5	PEMERIKSAAN GANGGUAN GINJAL.....	59
	A. Pendahuluan.....	59
	B. Komponen Fungsional Ginjal.....	60
	C. Uji Fungsi Ginjal.....	61
	DAFTAR PUSTAKA.....	75
BAB 6	PEMERIKSAAN GANGGUAN METABOLISME	
	KARBOHIDRAT.....	77
	A. Pendahuluan.....	77
	B. Glikolisis dan Glukoneogenesis.....	79
	C. Hipoglikemia, Hiperglikemia dan Kelemahan Toleransi Glukosa.....	84
	D. Prosedur Pemeriksaan Tes Toleransi Glukosa Standar (Oral) (PERKENI, 2021).....	91
	DAFTAR PUSTAKA.....	92
BAB 7	PEMERIKSAAN GANGGUAN HATI DAN	
	SALURAN EMPEDU (BILIRUBIN, AST, ALT, GGT,	
	ALP).....	93
	A. Pendahuluan.....	93
	B. Pemeriksaan Bilirubin.....	95
	C. Pemeriksaan Aspartate Aminotransferase (AST)....	103
	D. Pemeriksaan Alanine Aminotransferase (ALT).....	105
	E. Pemeriksaan Gamma-Glutamyl Transferase (GGT)	108
	F. Pemeriksaan Alkaline phosphatase (ALP).....	110
	DAFTAR PUSTAKA.....	113
BAB 8	PEMERIKSAAN ENDOKRIN (T3, T4, TSH, TRH) ...	115
	A. Pendahuluan.....	115
	B. Pemeriksaan Endokrin.....	116
	DAFTAR PUSTAKA.....	123
BAB 9	PEMERIKSAAN GANGGUAN ELEKTROLIT (Na,	
	K, Cl).....	125
	A. Pendahuluan.....	125
	B. Gejala Gangguan Elektrolit.....	126
	C. Hipernatremia.....	128

D. Hiperkalemia	131
E. Hiperkloremia	132
DAFTAR PUSTAKA	135
BAB 10 PEMERIKSAAN GANGGUAN KESEIMBANGAN	
ASAM BASA.....	136
A. Pendahuluan.....	136
B. Analisis Gas Darah.....	137
C. Persiapan Sampel Pemeriksaan Analisis Gas Darah	
138	
D. Prosedur Pemeriksaan Analisis Gas Darah Arteri ..	141
E. Interpretasi Analisis Gas Darah Arteri.....	142
F. Kesimpulan.....	145
DAFTAR PUSTAKA	147
BAB 11 JAMINAN MUTU PEMERIKSAAN KIMIA	
KLINIK	150
A. Pendahuluan.....	150
B. Tujuan	151
C. Jaminan Mutu Pemeriksaan Kimia Klinik	151
DAFTAR PUSTAKA	169
TENTANG PENULIS	170

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kadar / Level Trigliserida	17
Tabel 2. 2	Klasifikasi Kolesterol HDL	19
Tabel 2. 3	Klasifikasi LDL	19
Tabel 2. 4	Macam-macam Sebab Tingginya Kadar Lemak	24
Tabel 4. 1	Nilai Fisiologis	56
Tabel 5. 1	Daftar kondisi klinis di mana penilaian GFR penting dilakukan (National Kidney Foundation, 2022)	63
Tabel 7. 1	Kadar bilirubin total pada kondisi normal (mg/dL) ...	99
Tabel 7. 2	Beberapa referensi jurnal terbaru yang membahas tentang pemeriksaan kadar bilirubin di laboratorium klinis	101
Tabel 7. 3	Nilai Rujukan Kadar Enzim Gamma Glutamyl Transferase (Gamma GT) dalam serum	109
Tabel 9. 1	Gejala Gangguan Elektrolit	127
Tabel 9. 2	Klasifikasi hypernatremia dan penjelasannya	129
Tabel 11. 1	Pemeriksaan yang Memerlukan Puasa	154
Tabel 11. 2	Batas Minimum Presisi atau Koefisien Maksimum....	161
Tabel 11. 3	Kriteria Penilaian	165
Tabel 11. 4	Standar nilai CCV	166

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Pengukuran Kadar Glukosa	7
Gambar 1. 2	Konsep Analisis dari Metode Pengukuran HbA1c dan Penelusurannya IFCC-RMP	8
Gambar 1. 3	Skema Gambaran Level Gula darah HbA1c	9
Gambar 2. 1	Rumus Kimia Lemak.....	14
Gambar 2. 2	Reaksi Pembentukan Triglicerida	16
Gambar 2. 3	Aterosklerosis	18
Gambar 2. 4	Struktur VLDL.....	21
Gambar 3. 1	Protein Plasma Bagian dari Darah Keseluruhan	29
Gambar 3. 2	Komposisi Utama Protein Plasma	30
Gambar 3. 3	Penyiapan Sampel Protein Plasma.....	32
Gambar 3. 4	Refraktometer	35
Gambar 3. 5	Penentuan Protein dengan Metode Kjeldahl	36
Gambar 3. 6	Prinsip Reaksi pada Tes Biuret.....	37
Gambar 3. 7	Tes Biuret.....	37
Gambar 3. 8	Alat Spektrofotometer dan NanoDrop.....	38
Gambar 3. 9	Metoda Bradford (Biorender.com).....	39
Gambar 3. 10	Skema Pemeriksaan Total Protein dengan Uji Lowry	40
Gambar 3. 11	Skema pemeriksaan total protein dengan metoda BCA.....	41
Gambar 3. 12	Immunoelktroforesis untuk Fraksinasi Protein	44
Gambar 3. 13	Prinsip Fraksinasi Protein dengan 2-D Elektroforesis	44
Gambar 5. 1	Nefron Menunjukkan Glomerulus Serta Tubulus.....	61
Gambar 6. 1	Molekul glikogen.....	80
Gambar 6. 2	Proses Glycolysis	81
Gambar 6. 3	Lintasan Utama dan Pengaturan Glukoneogenesis.....	83
Gambar 6. 4	Metabolisme Propionat	84
Gambar 6. 5	Metabolisme Keton.....	85
Gambar 6. 6	Siklus Kreb's	86
Gambar 6. 7	The Egregious Eleven.....	89

Gambar 7. 1 Metabolisme Bilirubin96
Gambar 11. 1 Ilustrasi Presisi dan Akurasi162

BAB

1

PEMERIKSAAN KARBOHIDRAT (GLUKOSA DAN HBA1C)

Oleh: Apt, Besse Hardianti, M.Pharm.Sc., Ph.D

A. Pendahuluan

Karbohidrat umumnya menyumbang sekitar 50% dari energi yang dikonsumsi oleh tubuh, disarankan untuk mengonsumsi lebih banyak karbohidrat kompleks. Karbohidrat dimetabolisme untuk menghasilkan energi (4 kkal/g) atau disimpan dalam otot dan hati sebagai glikogen setelah dicerna dan diserap. Dalam keadaan kenyang, tubuh biasanya memiliki stok karbohidrat sekitar 400 hingga 500 gram. Reaksi glikolisis mengubah molekul glukosa enam karbon menjadi piruvat tiga karbon. Piruvat kemudian dapat dimetabolisme menjadi laktat. Reaksi anaerobik terjadi di dalam sitoplasma sel tanpa menggunakan oksigen molekuler. Reaksi siklus Krebs (asam trikarboksilat) yang terjadi di mitokondria dapat menyebabkan piruvat (dan laktat) dioksidasi lebih lanjut menjadi CO₂ dan air. Glukosa berfungsi sebagai sumber energi untuk otak dan sejumlah sel lainnya, terutama sel darah merah. Metabolisme karbohidrat di berbagai jaringan sangat diatur karena cadangan karbohidrat tubuh terbatas dan asam lemak yang tersimpan tidak dapat diubah menjadi karbohidrat. Sumber non-karbohidrat, seperti gliserol dan kerangka karbon beberapa asam amino, dapat digunakan untuk sintesis glukosa de novo. Dalam kebanyakan kasus, kelebihan karbohidrat dalam makanan lebih banyak dioksidasi daripada disimpan (Maughan, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

- Barone, M.T.U., Wey, D., Schorr, F., Franco, D.R., Carra, M.K., Lorenzi Filho, G., Menna-Barreto, L., 2015. Sleep and glycemetic control in type 1 diabetes. *Arch. Endocrinol. Metab.* 59, 71-78.
- Björntorp, P., Sjöström, L., 1978. Carbohydrate storage in man: Speculations and some quantitative considerations. *Metabolism* 27, 1853-1865. [https://doi.org/10.1016/S0026-0495\(78\)80004-3](https://doi.org/10.1016/S0026-0495(78)80004-3)
- Chan, A.Y., Swaminathan, R., Cockram, C.S., 1989. Effectiveness Of Sodium Fluoride As A Preservative Of Glucose In Blood. *Clin. Chem.* 35, 315-317.
- Chaplin, M.F., 2006. Carbohydrate Analysis, in: Meyers, R.A. (Ed.), *Encyclopedia of Molecular Cell Biology and Molecular Medicine*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, p. mcb.200300011. <https://doi.org/10.1002/3527600906.mcb.200300011>
- Gambino, R., Piscitelli, J., Ackattupathil, T.A., Theriault, J.L., Andrin, R.D., Sanfilippo, M.L., Etienne, M., 2009. Acidification of blood is superior to sodium fluoride alone as an inhibitor of glycolysis. *Clin. Chem.* 55, 1019-1021. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2008.121707>
- Gillery, P., 2013. A History of HbA1c Through Clinical Chemistry And Laboratory Medicine. *Clin. Chem. Lab. Med. CCLM* 51, 65-74.
- Gootjes, J., Tel, R.M., Bergkamp, F.J., Gorgels, J.P., 2009. Laboratory Evaluation Of A Novel Capillary Blood Sampling Device For Measuring Eight Clinical Chemistry Parameters And HbA1c. *Clin. Chim. Acta* 401, 152-157.
- Maughan, R., 2009. Carbohydrate Metabolism. *Surg. Oxf.* 27, 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2008.12.002>

- McMILLIN, J.M., 1990. Blood glucose. Clin. Methods Hist. Phys. Lab. Exam. 3rd Ed.
- Melzer, K., 2011. Carbohydrate and Fat Utilization During Rest And Physical Activity. E-SPEN Eur. E-J. Clin. Nutr. Metab. 6, e45-e52.
- Mikesh, L.M., Bruns, D.E., 2008. Stabilization of Glucose In Blood Specimens: Mechanism Of Delay In Fluoride Inhibition Of Glycolysis. Clin. Chem. 54, 930-932. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2007.102160>
- Peterson, K.P., Pavlovich, J.G., Goldstein, D., Little, R., England, J., Peterson, C.M., 1998. What is Hemoglobin A1c? An Analysis of Glycated Hemoglobins by Electrospray Ionization Mass Spectrometry. Clin. Chem. 44, 1951-1958.
- The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*, 2003. Follow-up Report on the Diagnosis of Diabetes Mellitus. Diabetes Care 26, 3160-3167. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.11.3160>
- Wang, M., Hng, T.-M., 2021. HbA1c: More Than Just A Number. Aust. J. Gen. Pract. 50, 628-632.
- Weykamp, C., 2013. HbA1c: A Review Of Analytical And Clinical Aspects. Ann. Lab. Med. 33, 393.

BAB 2

PEMERIKSAAN PROFIL LIPID

Oleh: Emma Ismawatie

A. Pendahuluan

Profil lipid menunjukkan jumlah lipid yang ada dalam darah. Lipid merupakan sebuah molekul organik yang ditemukan di seluruh makhluk hidup. Mereka tidak dapat larut dalam air tetapi dapat larut dalam pelarut organik. Lipid berfungsi sebagai pelarut vitamin A, D, E, dan K untuk bagian membran sel, menyimpan energi, dan melakukan berbagai manfaat biologis lainnya. Orang memiliki kadar lipid yang diabsorpsi oleh usus dan biosintesis karbohidrat dan protein. Sebagian kecil lipid diangkut melalui darah tubuh dalam bentuk kolesterol, trigliserida, fosfolipid, asam lemak, dan lemak lainnya. Lipid membutuhkan sistem transportasi untuk beredar di tubuh karena tidak larut dalam air. Lipid dan apoprotein dapat membentuk kompleks makromolekul yang dapat larut dalam air, sehingga dapat diangkut dalam darah yang disebut lipoprotein. Kilomikron, *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL), *Low Density Lipoprotein* (LDL), dan *High Density Lipoprotein* (HDL) adalah jenis lipoprotein yang paling penting. Susunan perubahan dari VLDL ke LDL adalah *Intermediate Density Lipoprotein* (IDL). Namun, makromolekul melakukan metabolisme dalam tubuh. Juwita (2013)

Beberapa parameter yang di periksa di dalam laboratorium yang memegang peran penting dalam menegakkan diagnosa dalam pengelolaan penyakit dan terapinya, terkait dengan pemeriksaan profil lipid yaitu:

DAFTAR PUSTAKA

- Kemenkes. 2013. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Tahun 2013. Jakarta
- Baig, S. A., Asif, M., Irfani, T. M., Hussain, A., Cheema, A. M., Malik, A., & Rasool, M. (2015). The Association Of Nutritional Profile And Prognosis Of Degenerative Diseases Associated With Carbohydrate And Lipid Metabolism At High Altitude Of District Ziarat, Pakistan. *Saudi journal of biological sciences*, 22(1), 50-55.
- Tuminah, S. (2009). Peran Kolesterol HDL Terhadap Penyakit Kardiovaskuler dan Diabetes Mellitus. *GIZI INDONESIA*, 32(1).
- Sugiantoro, M. Y. (2010). Hubungan Kebiasaan Merokok Dengan Kejadian Hipertensi Pada Laki-Laki Usia 40 Tahun Ke Atas.
- Anonim, 2016. Pengertian Lemak, available from: <http://woocara.blogspot.co.id/2016/03/pengertian-lemak-dan-fungsi-lemak.html>, accessed tanggal 5 desember 2016
- Jansen, 2016. Ketahui Kadar Lemak Tubuh Anda, available from: <http://www.ask-jansen.com/kadar-lemak-tubuh/>, accessed tanggal 5 Desember 2016
- Pizzini, A., Kurz, K., Orth-Hoeller, D., Fille, M., Rabensteiner, J., Lunger, F., & Bellmann-Weiler, R. (2019). The Impact Of Bacteremia On Lipoprotein Concentrations And Patient's Outcome: A Retrospective Analysis. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 38, 1279-1286.
- Stone, N. J. (2016). Advances In Lipid Testing: A Practical Step Forward. *Clinical chemistry*, 62(7), 905-906.
- Reed, R. (2022) *Clinical Chemistry Learning Guide Series*.

BAB 3

PEMERIKSAAN PROTEIN (ALBUMIN, GLOBULIN DAN FRAKSI PROTEIN)

oleh: Dessy Arisanty, M.Sc

A. Pendahuluan

Protein adalah polimer besar asam amino yang terikat oleh ikatan peptida. Subunit asam amino protein adalah molekul organik yang mencakup asam karboksilat yang dihubungkan melalui atom karbon ke amina primer (atau sekunder, dalam prolin) dengan rumus kimia $H_2N-CHR-COOH$, di mana gugus samping R adalah atom hidrogen yang sangat menentukan sifat kimia asam amino. Meskipun templat kimia ini dapat diubah menjadi kumpulan molekul yang tak terbatas berdasarkan perubahan gugus R, hanya ada sekitar 20 asam amino dalam protein. Gugus R menunjukkan beberapa asam amino sebagai asam, basa, polar, atau non-polar.

Protein, bersama dengan karbohidrat dan lipid, merupakan nutrisi pemberi energi dalam makanan dan sangat penting untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh manusia. Protein juga melakukan banyak hal lain untuk tubuh. Ini termasuk aktivitas enzimatik dan mengangkut nutrisi dan zat biokimia lainnya melalui membran sel. Sangat penting bagi tubuh untuk mendapatkan protein berkualitas tinggi melalui makanan untuk mempertahankan fungsi penting ini. Apabila kita tidak mengonsumsi cukup protein dari makanan yang mengandung asam amino esensial, maka akan terjadi peningkatan pergantian protein otot, yang menyebabkan berkurangnya pertumbuhan dan hilangnya massa otot. Kemudian dapat terjadi gangguan kekebalan tubuh dan penurunan aktivitas hormonal dan enzimatik (Ramadevi, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Busher, J.T. 1990. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. Chapter 101. Serum Albumin and Globulin. 3rd edition.
- Franca RT, Costa MM, Martins DB, Pagnoncelli M, Leal ML, Mazzanti CM, Palma HE, Kunert CP, Paim FC, Lopes STA. 2011. Protein profile of buffaloes of different ages. *Acta Sci Vet*. 39:995. ISSN: 1679-9216.
- Insert Kit. 2016. Total Protein Biuret Method available dari <http://www.diasysdiagnostics.com/en/product/reagent/clinicalchemistry/reagent-details/82-total-protein-fs/reagent.show>. Diakses pada tanggal 1 Februari 2024
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W., dan Bruss, M.L. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Edisi 6. Pp 120 - 125. ISBN: 9780080568829, 0080568823
- Kummari, R., Puja, R. dan Bose, K. 2022. *Textbook on Cloning, Expression and Purification of Recomb: Protein Quantitation and Detection (Chapter 11)*. DOI: 10.1007/978-981-16-4987-5_11. <https://www.researchgate.net/publication/358125707>. Pp 279 - 299.
- Lager K, Jordan E. 2012. *The Metabolic Profile For The Modern Transition Dairy Cow*. The Mid-South Ruminant Nutrition Conference. Texas Agrilife Extension Service, Texas
- Lassen ED. 2004. Laboratory evaluation of plasma and serum protein. Di dalam: Thrall MA, editor. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Lippincott Williams & Wilkins. Maryland. hlm. 401-402:405.
- Mutiara, I. (2018). Pengaruh Lama Penangguhan Serum Terhadap Kadar Pemeriksaan Bilirubin Total. D3 Analisis Kesehatan. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surabaya.

- Ramadevi, K. 2016. Ambika Shanmugam's Fundamentals of Biochemistry for Medical Students. Edisi 8. Repro India Limited. ISBN: 9789351296829, 9351296822.
- Stojevic Z, Filipovic N, Bozic P, Tucek Z, Daud J. 2008. The metabolic profile of Simmental service bulls. *Vet Arhiv*. 78:123-129.
- Strengers, P.F.W. 2017. Evidence-Based Clinical Indications Of Plasma Products And Future Prospects. *AOB Annals of Blood. An Open Access Journal of High Quality Research in Hematology*. Vol 2, No 9 . doi: 10.21037/aob.2017.12.03
- Susetyowati, Faza, F., & Izzati Hayu Andari. (2017). *Gizi Pada Penyakit Ginjal Kronik*. Gadjah Mada University Press.
- Tothova C, Nagy O, Kovac G. 2014. Changes In The Concentrations Of Serum Protein Fractions In Calves With Age And Nutrition. *Italian J of Anim Sci*. 13. [diakses pada 23 April 2014] <http://www.aspajournal.it/index.php>.
- Waterborg. 2003. The Lowry Methods for Protein Quantification. Dalam *The Protein Protocol Handbook*. Edisi 2. Editor John M Walker. ISBN 0-89603-940-4. Humana Press.
- William, H. dan Latimer, G.W. 2006. *Official Methods of Analysis of AOAC International 18th Edition*, Gathersburg: The Association Official Agricultural Chemist.
- Winkler, A.M dan Shaz, B.H. 2009. *Transfusion Medicine and Hemostasis Clinical and Laboratory Aspects*. Chapter 33 - Albumin and Related Products. Pages 185-191. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374432-6.00033-6>.
Diakses 30 Januari 2024.

BAB 4

PEMERIKSAAN NON- PROTEIN NITROGEN (UREUM, KREATININ, ASAM URAT)

Oleh: Dr. Fery Lusviana Widiyany, S.Gz., MPH., RD.

A. Pendahuluan

Serum mengandung senyawa yang mengandung nitrogen selain protein dan peptida, diantaranya adalah ureum, kreatinin, dan asam urat. Disebut sebagai senyawa nitrogen non-protein karena setelah proses pengendapan protein serum dengan reagen deproteinisasi, senyawa-senyawa ini tetap berada dalam larutan dan tidak mengendap bersamaan dengan protein.

Pemeriksaan ureum, kreatinin, dan asam urat yang merupakan senyawa nitrogen non-protein dalam darah dan urin penting dilakukan untuk memantau kondisi hepar dan ginjal. Hepar sebagai tempat berlangsungnya metabolisme zat gizi, sedangkan ginjal merupakan organ ekskresi yang mengeluarkan sisa metabolisme dari tubuh.

B. Pemeriksaan Ureum

Ureum merupakan produk hasil katabolisme protein, yang diproduksi oleh hepar. Ureum yang didistribusikan ke dalam darah melalui cairan intraseluler dan ekstraseluler, kemudian difiltrasi oleh glomerulus dan sebagian direabsorpsi pada kondisi gangguan ekskresi urin.

Kadar ureum menjadi penanda adanya gangguan yang terjadi di hepar maupun ginjal. Ureum berdifusi dengan baik melalui membran sel. Oleh karena itu, konsentrasi ureum sama, baik di dalam plasma maupun cairan intraseluler.

DAFTAR PUSTAKA

- Guyton, A.C., Hall, J.E. (2008). *Fisiologi Kedokteran*. (Terjemahan). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Ma'shumah, N., Bintanah, S., Handarsari, E. (2014). Hubungan asupan protein dengan kadar ureum, kreatinin, dan kadar hemoglobin darah pada penderita gagal ginjal kronik hemodialisa rawat jalan di RS Tugurejo Semarang. *Jurnal Gizi Universitas Muhammadiyah Semarang*, 3(1):22-32.
- Olivia. (2021). *Penetapan Nilai Rujukan Parameter Kimia Klinik (Asam Urat, Urea, Kreatinin, AST dan ALT) di RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang*. Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Wahyuni, Y., Surya, R., Sri Hartati, L.S., Sapang, M. (2018). Diet Quality and Uream, Creatinine Levels in Patients with Chronic Kidney Disease in the Patient Wards of General Hospital Fatmawati, South Jakarta. *Proceedings of the 1st International Conference on Recent Innovations (ICRI2018)*: 3008-3014.
- Zakaria, M., Halada, Y., Lolo, A. (2021). Images of Uream Levels in Patients with Lunger Tuberculosis who are Undering Intensive Phase Treatment in Puskesmas, North City. *Jurnal Ilmiah dr Aloe Saboe*, 8(1):7-11.

BAB 5

PEMERIKSAAN GANGGUAN GINJAL

Oleh: Darmayanita Wenty, S.Si., M.Kes

A. Pendahuluan

Ginjal memainkan peran penting dalam ekskresi produk limbah dan racun seperti urea, kreatinin dan asam urat, pengaturan volume cairan ekstraseluler, osmolalitas serum dan konsentrasi elektrolit, serta produksi hormon seperti eritropoietin dan 1,25 dihidroksi vitamin. D dan renin. Unit fungsional ginjal adalah nefron, yang terdiri dari glomerulus, tubulus proksimal dan distal, serta saluran pengumpul. Penilaian fungsi ginjal penting dalam penatalaksanaan pasien dengan penyakit ginjal atau kelainan yang mempengaruhi fungsi ginjal. Tes fungsi ginjal mempunyai kegunaan dalam mengidentifikasi adanya penyakit ginjal, memantau respon ginjal terhadap pengobatan, dan menentukan perkembangan penyakit ginjal. Menurut National Institutes of Health, prevalensi keseluruhan penyakit ginjal kronis (CKD) adalah sekitar 14%. Di seluruh dunia, penyebab CKD yang paling umum adalah hipertensi dan diabetes. (Gounden, Bhatt and Jialal, 2018)

Pengetahuan tentang fungsi ginjal pasien sangat penting dalam keselamatan pasien, terutama untuk menilai kemampuan ginjal untuk menghilangkan obat. Fungsi ginjal dijelaskan oleh laju filtrasi glomerulus (GFR), yaitu volume cairan yang disaring keluar plasma melalui glomeruli per menit. GFR normalnya adalah 100-130 mL/menit. Pada usia 40-50 tahun, ada penurunan fungsi ginjal secara bertahap sebagai bagian dari penuaan normal. Pada usia 80 tahun, GFR diperkirakan

DAFTAR PUSTAKA

- Chew, J.S.C. et al. (2008) '*Cystatin C*—A Paradigm Of Evidence Based Laboratory Medicine', *The Clinical Biochemist Reviews*, 29(2), p. 47.
- Current, F. (2009) '*Cystatin C* What Is Its Role in Estimating Gfr?', *Am J Kidney Dis*, 53, pp. 17–26.
- Dahlén, E. and Björkhem-Bergman, L. (2022) 'Comparison of Creatinine and *Cystatin C* to Estimate Renal Function in Geriatric and Frail Patients', *Life*, 12(6), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.3390/life12060846>.
- Gounden, V., Bhatt, H. and Jialal, I. (2018) 'Renal Function Tests'. *Kidney Function Test* (2002) '16 Kidney Function Test', *Kidney Function Test*, pp. 219–229.
- Levey, A.S. et al. (2003) 'National Kidney Foundation Practice Guidelines For Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, And Stratification', *Annals Of Internal Medicine*, 139(2), pp. 137–147.
- Martín M.V. et al. (2006) '*Cystatin C* as A Renal Function Estimator In Advanced Chronic Renal Failure Stages', *Nefrología (English Edition)*, 26(4), pp. 415–524. Available at: <https://www.revistanefrologia.com/en-cystatin-c-as-renal-function-articulo-X2013251406020179>.
- Mijuskovic, Z. et al. (2007) 'Urinary *Cystatin C* as a marker of tubular dysfunction', *Journal of Medical Biochemistry*, 26(2), p. 98.
- National Kidney Foundation (2022) 'GFR Estimates', 30(800.622.9010), p. 22.
- Rule, A.D. et al. (2006) 'Glomerular Filtration Rate Estimated By *Cystatin C* Among Different Clinical Presentations', *Kidney International*, 69(2), pp. 399–405. Available at: <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5000073>.
- Shahbaz, H. and Gupta, M. (2019) 'Creatinine clearance'.

Villa, P. et al. (2005) 'Serum *Cystatin C* Concentration As A Marker Of Acute Renal Dysfunction In Critically Ill Patients', *Critical Care*, 9(2), pp. 1-5.

Yaswir, R. and Maiyesi, A. (2012) 'Pemeriksaan Laboratorium *Cystatin C* Untuk Uji Fungsi Ginjal', *Jurnal Kesehatan Andalas*, 1(1), pp. 10-15. Available at: <https://doi.org/10.25077/jka.v1i1.11>.

BAB 6 | PEMERIKSAAN GANGGUAN METABOLISME KARBOHIDRAT

Oleh : Muhammad Yashir, S.E., M.KM

A. Pendahuluan

Topik bahasan dalam Bab ini adalah Metabolisme karbohidrat dimana fungsi utamanya adalah menghasilkan energi dalam bentuk senyawa yang mengandung ikatan fosfat yang tinggi. Kelainan metabolisme seringkali disebabkan oleh kelainan gen yang mengakibatkan hilangnya enzim tertentu yang diperlukan untuk merangsang suatu proses metabolisme. Karbohidrat sebagai “tongkat kehidupan” bagi kebanyakan organisme. Karbohidrat dalam bentuk gula dan pati dilambangkan bagian utama kalori total yang dikonsumsi (diit) manusia dan bagi kebanyakan kehidupan hewan, seperti berbagai mikroorganisme (Wahyuni, 2013).

Karbohidrat mempunyai fungsi biologi penting lainnya, Pati dan glikogen berperan sebagai penyedia sementara glukosa. Polimer karbohidrat yang tidak larut berperan sebagai unsur struktural dan penyangga di dalam dinding sel bakteri dan tanaman dan pada jaringan pengikat dan dinding sel organisme Karbohidrat lain berfungsi sebagai pelumas sendi kerangka, sebagai perekat di antara sel, dan senyawa pemberi spesifisitas biologi pada permukaan sel hewan (Wahyuni, 2013).

Metabolisme merupakan reaksi dalam sel yang dikatalisis oleh enzim-enzim. Lebih jauh, metabolisme bukanlah suatu proses acak melainkan sangat terintegrasi dan terkoordinasi. Mempunyai tujuan dan mencakup berbagai kerjasama banyak sistem multienzim. Apa saja yang mengkoordinasi dan mengintegrasikan proses tersebut? Faktor ini dapat dilihat dari visi

DAFTAR PUSTAKA

Baron, D. N, 1982; Kapita Selekta Patologi Klinik. Jakarta; Edisi 4-EGC.

Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2021 "Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa Di Indonesia" PB PERKENI.

Wahyuni, Sri.,2013; Metabolisme Biokimia. Cetakan Pertama-Udayana University Press

BAB 7

PEMERIKSAAN GANGGUAN HATI DAN SALURAN EMPEDU (BILIRUBIN, AST, ALT, GGT, ALP)

Oleh : Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D

A. Pendahuluan

Pemeriksaan hati dan saluran empedu mengacu pada serangkaian tes diagnostik dan evaluasi yang bertujuan untuk menilai kesehatan dan fungsi hati dan saluran empedu. Komponen-komponen ini sangat penting untuk proses pencernaan, metabolisme, dan detoksifikasi dalam tubuh. Pemeriksaan ini biasanya mencakup kombinasi pemeriksaan fisik, tes darah, dan studi pencitraan (*imaging studies*) yang dirancang untuk mendeteksi kelainan atau penyakit yang mempengaruhi organ-organ ini.

Pemeriksaan gangguan hati bersifat multidimensi, yang bertujuan untuk mendiagnosis secara akurat kondisi hati tertentu, mengevaluasi dampaknya, dan memandu strategi pengobatan yang tepat. Setiap tes atau prosedur menyumbangkan informasi yang berharga bagi pemahaman keseluruhan kesehatan hati pasien. Salah satu pemeriksaan gangguan hati adalah melalui pemeriksaan darah Tes darah, seperti panel fungsi hati (*Liver Function Tests, LFTs*), memang dapat mengukur tingkat enzim hati, bilirubin, dan protein dalam darah. Kadar yang abnormal dapat mengindikasikan berbagai kondisi patologis hati, memandu diagnosis dan strategi pengobatan yang tepat.

Kwo, Cohen and Lim, (2017) dalam panduan klinis ACG (*ACG Clinical Guideline*) menyatakan bahwa penilaian atas hasil tes fungsi hati yang abnormal merupakan bagian rutin dari praktik klinis. Tes ini termasuk serum *Alanine Aminotransferase*

DAFTAR PUSTAKA

- Anzar, N. et al. (2022) 'Electrochemical Sensor for Bilirubin Detection Using Paper-Based Screen-Printed Electrodes Functionalized with Silver Nanoparticles', *Micromachines*, 13(11), p. 1845.
- Bell, J.G. et al. (2019) 'based potentiometric sensing of free bilirubin in blood serum', *Biosensors and Bioelectronics*, 126, pp. 115–121.
- Bishop, M.L. (2020) *Clinical Chemistry: Principles, Techniques, and Correlations, Enhanced Edition: Principles, Techniques, and Correlations*. Jones & Bartlett Learning.
- Cherian, A.G., Soldin, S.J. and Hill, J.G. (1981) 'Automated *Jendrassik-Grof* method for measurement of bilirubin in serum with the Greiner Selective Analyzer (GSA II D), and comparison with the method involving diazotized 2, 4-dichloroaniline.', *Clinical chemistry*, 27(5), pp. 748–752.
- Henry, J.B. (1996) 'Clinical diagnosis and Management By Laboratory Methods', in *Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*, p. 1556.
- Joyce, L.F.K. (2007) 'Pedoman Pemeriksaan Laboratorium dan Diagnostik', Jakarta: EGC [Preprint].
- Kurniawan, F.B. (2019) 'Kimia Klinik: Praktikum Analisis Kesehatan', in. EGC.
- Kwo, P.Y., Cohen, S.M. and Lim, J.K. (2017) 'ACG Clinical Guideline: Evaluation Of Abnormal Liver Chemistries', *Official journal of the American College of Gastroenterology | ACG*, 112(1), pp. 18–35.
- Lopez, J. (2013) 'Carl A. Burtis, Edward R. Ashwood and David E. Bruns (eds): *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnosis* (5th edition)', *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 28(1), pp. 104–105. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12291-012-0287-7>.

- Ndabakuranye, J.P. et al. (2021) 'A Novel Optical Assay System For Bilirubin Concentration Measurement In Whole Blood', *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 69(2), pp. 983–990.
- Ndrepepa, G., Colleran, R. and Kastrati, A. (2018) '*Gamma-Glutamyl Transferase* And The Risk Of Atherosclerosis And Coronary Heart Disease', *Clinica chimica acta*, 476, pp. 130–138.
- Ngashangva, L., Bachu, V. and Goswami, P. (2019) 'Development of New Methods For Determination Of Bilirubin', *Journal Of Pharmaceutical And Biomedical Analysis*, 162, pp. 272–285.
- Rawal, R. et al. (2020) 'A Comprehensive Review Of Bilirubin Determination Methods With Special Emphasis On Biosensors', *Process Biochemistry*, 89, pp. 165–174.
- Raynor, A. et al. (2022) 'Usual Transaminase Values: Should They Be Reviewed And Adjusted?', in *Annales de Biologie Clinique*, pp. 213–222.
- Singh, J. et al. (2022) 'A Comparative Study Of Detection Of Serum Total And Direct Bilirubin By Manual And Automated Methods', *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 9(4), pp. 209–212.
- Whitfield, J.B. (2001) '*Gamma Glutamyl Transferase*', *Critical Reviews In Clinical Laboratory Sciences*, 38(4), pp. 263–355.
- Whyte, M.P. (1994) '*Hypophosphatasia* and The Role Of *Alkaline Phosphatase* In Skeletal Mineralization', *Endocrine reviews*, 15(4), pp. 439–461.

BAB 8

PEMERIKSAAN ENDOKRIN (T3, T4, TSH, TRH)

Oleh: Sunita R.S. SKM., M. Sc

A. Pendahuluan

Hormon tiroid disintesis oleh kelenjar tiroid dan merupakan molekul pengatur yang sangat penting dengan peran penting dalam fisiologi dan perkembangan vertebrata, termasuk perkembangan janin dan pasca-kelahiran perkembangan sistem saraf dan pemeliharaan otak orang dewasa (Schroeder & Privalsky, 2014). Penyakit Graves sebagai penyebab paling umum (García et al., 2022). Penyakit Graves memiliki tiga jenis modalitas pengobatan yang berbeda yaitu obat antitiroid (thionamide) yang menghalangi sintesis hormon tiroid, ablasi iodium radioaktif, tiroidektomi (Hughes & Eastman, 2021).

Hipotiroidisme didiagnosis tergantung pada konfirmasi dengan pengujian laboratorium. Hipotiroidisme primer, yang disebabkan oleh kegagalan dari kelenjar tiroid, ditandai dengan penurunan kadar tiroksin bebas serum (FT4) dengan kadar serum yang meningkat secara tepat hormon perangsang tiroid (TSH) tingkat. Hipotiroidisme sekunder jarang terjadi kondisi yang disebabkan oleh hipotalamus atau penyakit hipofisis dan ditandai dengan kadar FT4 serum yang rendah tanpa peningkatan kadar TSH yang rendah atau bahkan normal (Hughes & Eastman, 2021).

Hipertiroidisme merupakan kelainan serius yang ditandai dengan peningkatan pengeluaran hormon tiroid oleh kelenjar tiroid (Bengolea et al., 2021). Hipertiroidisme subklinis sebagai entitas klinis yang umum, didefinisikan oleh TSH serum di

DAFTAR PUSTAKA

- Barcode, S., & Reagen, K. (n.d.-a). Workflow VIDAS System Assay VIDAS BRAHMS PCT (PCT). 8-9.
- Barcode, S., & Reagen, K. (n.d.-b). Workflow VIDAS System Assay VIDAS T3 (T3). 3, 8-9.
- Barcode, S., & Reagen, K. (n.d.-c). Workflow VIDAS System Assay VIDAS TSH (TSH). 6-7.
- Barcode, S., & Reagen, K. (n.d.-a). Workflow VIDAS System Assay VIDAS BRAHMS PCT (PCT). 8-9.
- Barcode, S., & Reagen, K. (n.d.-b). Workflow VIDAS System Assay VIDAS T3 (T3). 3, 8-9.
- Barcode, S., & Reagen, K. (n.d.-c). Workflow VIDAS System Assay VIDAS TSH (TSH). 6-7.
- Bel Lassen, P., Kyrilli, A., Lytrivi, M., & Corvilain, B. (2019). Graves' Disease, Multinodular Goiter And Subclinical Hyperthyroidism. *Annales d'Endocrinologie*, 80(4), 240-249. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2018.09.004>
- Bengolea, S. V., Alonso, G., Arcari, A., Boulgourdjian, E., Costanzo, M., D'Amato, S., Keselman, A., Martin, S., Pipman, V. R., Rodríguez Azrak, M. S., & Valeri, C. (2021). Thyroid disorders in childhood and adolescence. Part 1: Hyperthyroidism. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 119(1), S1-S7. <https://doi.org/10.5546/AAP.2021.S1>
- Charli, J. L., Rodríguez-Rodríguez, A., Hernández-Ortega, K., Cote-Vélez, A., Uribe, R. M., Jaimes-Hoy, L., & Joseph-Bravo, P. (2020). The Thyrotropin-Releasing Hormone-Degrading Ectoenzyme, a Therapeutic Target? *Frontiers in Pharmacology*, 11(May), 1-21. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00640>

García, J. S., Sarmiento, M. P., Bello, J. D., Zuluaga, N. A., Forero, A. C., & Niño, L. F. (2022). Hipertiroidismo en Niños y Adolescentes: Experiencia en un Hospital Universitario en Colombia. *Biomédica*, 42(2), 342–354. <https://doi.org/10.7705/biomedica.6244>

Hughes, K., & Eastman, C. (2021). Art. 2 Tarea 1.1. 50(1), 36–42.

Schroeder, A. C., & Privalsky, M. L. (2014). Thyroid Hormones, T3 and T4, in the brain. *Frontiers in Endocrinology*, 5(MAR), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00040>

BAB 9

PEMERIKSAAN GANGGUAN ELEKTROLIT (Na, K, Cl)

Oleh: Dr. Enny Khotimah, AMAK.SE.MM

A. Pendahuluan

Elektrolit adalah zat yang dapat mengion Ketika larut dalam pelarut. Ion-ion yang dihasilkan oleh elektrolit memiliki muatan Listrik, yang memungkinkan konduksi Listrik dalam larutan atau cairan tersebut. Secara umum elektrolit mempunyai muatan positif (+), maka elektrolit tersebut disebut kation, sedangkan elektrolit mempunyai muatan negatif (-) maka elektrolit disebut sebagai anion.

Contoh dari kation adalah Natrium (Na^+) dan Kalium (K^+) dan contoh dari anion adalah Klorida (Cl^-) dan bikarbonat (HCO_3^-). Elektrolit kuat sepenuhnya terionisasi Ketika larut dalam pelarut, artinya semua molekulnya memecah menjadi ion-ion. Contoh elektrolit kuat termasuk asam kuat, contohnya HCL dan larutan basa kuat NaOH. Elektrolit lemah hanya Sebagian terionisasi Ketika larut dalam pelarut. Contoh elektrolit lemah termasuk asam lemah (CH_3COOH) dan larutan basa lemah (NH_3).

Pada tubuh manusia, elektrolit ini memiliki fungsi, sebagai berikut:

1. Elektrolit membantu menjaga keseimbangan air di dalam dan di luar sel. Keseimbangan air yang tepat diperlukan untuk memastikan fungsi sel-sel tubuh yang optimal, termasuk transportasi nutrisi, pengeluaran limbah, dan pemeliharaan tekanan osmotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Eva Yuliana, Moh.Hikmatul Fajar, Tazkiyatul Amaliyah (2016) Pemeriksaan Elektrolit. Banten: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Kemenkes Banten Jurusan Analis Kesehatan
- Yuswanto Setyawan (2021) Hipernatremia dan Penatalaksanaannya. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional" Veteran" Yogyakarta.
- Gloria Teo (2021) Diagnosis dan Tatalaksana Kegawatdaruratan Hiperkalemia. Jakarta: Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
- Efrida, Ida Parwati, Ike Sri R (2013) Pendekatan Stewart Dalam pH Darah Yang Mendasari Asidosis Metabolik. Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory.

BAB 10

PEMERIKSAAN GANGGUAN KESEIMBANGAN ASAM BASA

Oleh: dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D

A. Pendahuluan

Homeostasis merupakan proses pengaturan pada manusia agar dapat mempertahankan stabilitas internal sambil menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi eksternal. Tubuh manusia menggunakan banyak adaptasi fisiologis untuk mempertahankan kondisi homeostasis. Salah satunya adalah menjaga keseimbangan asam basa. Pada kondisi normal, pH tubuh manusia berkisar antara 7,35 hingga 7,45, dengan rata-rata 7,40. Adanya pH pada tingkat ideal ini berperan pada banyak proses biologis, salah satu yang terpenting yaitu oksigenasi darah. Selain itu, banyak zat antara dari reaksi biokimia dalam tubuh menjadi terionisasi pada pH netral, yang menyebabkan pemanfaatan zat antara ini menjadi lebih sulit. (Shaw & Gregory, 2022)

Nilai pH di bawah 7,35 disebut asidosis, dan pH di atas 7,45 disebut alkalosis. Pentingnya mempertahankan nilai pH dalam kisaran sempit menyebabkan tubuh manusia mempunyai mekanisme kompensasi.

Tubuh manusia dapat mengalami empat jenis utama gangguan asam basa, yaitu asidosis metabolik, alkalosis metabolik, asidosis respiratorik, dan alkalosis respiratorik. Jika salah satu kondisi tersebut terjadi, maka tubuh manusia harus menimbulkan penyeimbang berupa kondisi sebaliknya. Misalnya, jika seseorang mengalami asidosis metabolik, tubuh akan berusaha menginduksi alkalosis respiratorik sebagai

DAFTAR PUSTAKA

- Adrogué, H. J., Gennari, F. J., Galla, J. H., & Madias, N. E. (2009). Assessing Acid-Base Disorders. In *Kidney International* (Vol. 76, Issue 12, pp. 1239–1247). <https://doi.org/10.1038/ki.2009.359>
- Arbiol-Roca, A., Imperiali, C. E., Dot-Bach, D., Valero-Politi, J., & Dastis-Arias, M. (2020). Stability of pH, Blood Gas Partial Pressure, Hemoglobin Oxygen Saturation Fraction, And Lactate Concentration. *Annals of Laboratory Medicine*, 40(6), 448–456. <https://doi.org/10.3343/alm.2020.40.6.448>
- Balzanelli, M., Distratis, P., Lazzaro, R., Pham, V., Del Prete, R., Dipalma, G., Inchingolo, F., Aityan, S., Hoang, L., Palermo, A., Nguyen, K., & Isacco, C. (2023). The Importance Of Arterial Blood Gas Analysis As A Systemic Diagnosis Approach In Assessing And Preventing Chronic Diseases, From Emergency Medicine To The Daily Practice. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 27, 11653–11663.
- Burns, G. (2014). Arterial Blood Gases Made Easy. *Clinical Medicine*, 14(1), 66–68.
- Çuhadar, S., Yörük, H. Ö., Köseoğlu, M., & Katırcıoğlu, K. (2022). Detection of preanalytical errors in arterial blood gas analysis. *Biochemia Medica*, 32(2). <https://doi.org/10.11613/BM.2022.020708>
- Dukić, L., Kopčinović, L. M., Dorotić, A., & Baršić, I. (2016). Blood Gas Testing And Related Measurements: National Recommendations On Behalf Of The Croatian Society Of Medical Biochemistry And Laboratory Medicine. In *Biochemia Medica* (Vol. 26, Issue 3, pp. 318–336). *Biochemia Medica*, Editorial Office. <https://doi.org/10.11613/BM.2016.036>
- Maraziti, G., Marchini, L., Barbieri, G., Falcone, M., Corradi, F., Graziani, M., Ghiadoni, L., & Becattini, C. (2023). Arterial

lactate as a risk factor for death in respiratory failure related to coronavirus disease 2019: an observational study. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, 17. <https://doi.org/10.1177/17534666231186730>

Prasad, H., Vempalli, N., Agrawal, N., Ajun, U. N., Salam, A., Subhra Datta, S., Singhal, A., Ranjan, N., Shabeeba Sherin, P. P., & Sundareshan, G. (2023). Correlation and Agreement Between Arterial And Venous Blood Gas Analysis In Patients With Hypotension – An Emergency Department-Based Cross-Sectional Study. *International Journal of Emergency Medicine*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12245-023-00486-0>

Rodríguez-Villar, S., Poza-Hernández, P., Freigang, S., Zubizarreta-Ormazabal, I., Paz-Martín, D., Holl, E., Pérez-Pardo, O. C., Tovar-Doncel, M. S., Wissa, S. M., Cimadevilla-Calvo, B., Tejón-Pérez, G., Moreno-Fernández, I., Escario-Méndez, A., Arévalo-Serrano, J., Valentin, A., Do-Vale, B. M., Fletcher, H. M., & Lorenzo-Fernández, J. M. (2021). Automatic real-Time analysis and interpretation of arterial blood gas Sample for Point-of-care testing: Clinical validation. *PLoS ONE*, 16(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248264>

Shaw, I., & Gregory, K. (2022). Acid-base balance: a review of normal physiology. In *BJA Education* (Vol. 22, Issue 10, pp. 396-401). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2022.06.003>

Sood, P., Paul, G., & Puri, S. (2010). Interpretation of arterial blood gas. In *Indian Journal of Critical Care Medicine* (Vol. 14, Issue 2, pp. 57-64). Medknow Publications and Media Pvt. Ltd. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.68215>

Verma, A. K. (2010). The interpretation of arterial blood gasses (Vol. 124). www.australianprescriber.com

Yee, J., Frinak, S., Mohiuddin, N., & Uduman, J. (2022). Fundamentals of Arterial Blood Gas Interpretation. In *Kidney360* (Vol. 3, Issue 8, pp. 1458-1466). Lippincott

Williams and
<https://doi.org/10.34067/KID.0008102021>

Wilkins.

BAB

11

JAMINAN MUTU PEMERIKSAAN KIMIA KLINIK

Oleh : Desi Aryani, AMAK., SE., M.A

A. Pendahuluan

Menurut Permenkes RI nomor 43 tahun 2013, layanan laboratorium klinik adalah komponen penting dari layanan kesehatan, dibutuhkan untuk penegakan diagnosis dalam menentukan etiologi penyakit, membantu sistem kewaspadaan dini, memonitoring pengobatan, memelihara kesehatan serta mencegah penyakit.

Laboratorium klinik di era globalisasi saat ini harus berpusat pada kualitas, profesionalitas, efektif, dan efisien. Ini akan menentukan keunggulan kompetitif dan kelangsungan pemeriksaan laboratorium. Untuk dapat dipercaya dan memuaskan pelanggan, hasil pemeriksaan laboratorium harus memenuhi standar mutu dan didokumentasikan dengan baik sehingga dapat dipertahankan secara ilmiah. Menurut siregar (2018), aspek teknis seperti *precision* (ketelitian) dan *accuracy* (ketepatan) yang tinggi harus diperhatikan dalam hasil pemeriksaan.

Ketelitian dan ketepatan adalah dua faktor yang mempengaruhi mutu pemeriksaan laboratorium. PMI (Pemantapan Mutu Internal) laboratorium dipengaruhi oleh alat, bahan, reagen, dan metode pemeriksaan, serta sumber daya manusia. Di sisi lain, PME (Pemantapan Mutu Eksternal) laboratorium dipengaruhi oleh alat, bahan, reagen, dan metode pemeriksaan, suhu, serta kualitas bahan control; bahan control ini termasuk bahan pemeriksaan yang dikirim ke laboratorium

DAFTAR PUSTAKA

- Riyono. (2007). Pengendalian Mutu Laboratorium Kimia Klinik Dari Aspek Mutu Hasil Analisis Laboratorium. *Jurnal Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 7(2), 172-187.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2013). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013. Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik. 1 - 64.
- Siregar, Maria Tuntun., et al. (2018). *Kendali Mutu*. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Depkes. 1997. *Petunjuk Pelaksanaan Pemantapan Mutu Internal Laboratorium Kesehatan*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 411/MENKES/PER/III/2010 Tentang Laboratorium Klinik.

TENTANG PENULIS



apt, Besse Hardianti, M.Pharm.Sc., Ph.D, lahir di Kab. Wajo, pada 21 Februari 1978. Ia tercatat sebagai lulusan S1 dan Apoteker di Universitas Hasanuddin kemudian melanjutkan Pendidikan S2 di Universitas Toyama, Institute Natural Medicine bidang Pathogenic Biochemistry, dengan Beasiswa dari Pemerintah Indonesia yaitu BLN (Beasiswa Luar Negeri) selanjutnya. Berhasil merampungkan S3 melalui program *by research* dengan Beasiswa yang diberikan oleh (*Japan Society of the Promoting of Science*) JSPS program ROMPAKU di bidang *Biology Cancer* dan Imunologi. Wanita yang kerap disapa Besse ini adalah bukanlah orang baru di dunia akademik. Besse bergabung sebagai salah seorang Dosen di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar (STIFA) dan pada saat menulis buku ini Besse Menjabat sebagai salah seorang Wakil Rektor Bidang Research, Inovasi dan Kolaborasi Universitas Almarisah Madani Makassar, yang sebelumnya berubah status dari STIFA Makassar.



Emma Ismawatie, S.ST., M.Kes, lahir di Klaten, pada 11 oktober 1970, Emma tercatat lulusan dari Magister Ilmu Laboratorium Klinis perdana dan satu-satunya yang mempunyai Prodi Ilmu Laboratorium Klinis di Universitas Muhammadiyah Semarang. Wanita yang mempunyai panggilan nama Is bersuami dan mempunyai dua anak laki-laki. Saat ini aktif sebagai dosen dan sebagai Kaprodi Teknologi Laboratorium Medis di Politeknik Indonusa Surakarta. Emma bukan orang baru di dunia Laboratorium kesehatan, sudah berpengalaman sebagai

praktisi medis dan manager di suatu laboratorium kesehatan swasta selama 33 tahun.



Dr. Dessy Arisanty, M.Sc lahir di Padang, pada 12 Januari 1979. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Andalas (S1 dan S3) dan Master (S2) Universiti Putra Malaysia. Wanita yang kerap disapa Dessy ini adalah anak dari pasangan Anwar Manan (ayah) dan Dasmiaty (ibu). Sebagai pengajar di Universitas Andalas, Fakultas Kedokteran. Dessy Arisanty

bukanlah orang baru di dunia Pendidikan. Berbagai kegiatan ilmiah dan banyak artikel yang sudah dipublikasikan. Penghargaan yang pernah diraih adalah sebagai lulusan terbaik Fakultas MIPA, Medali Perak pada ITEX exhibition Malaysia. Medali emas pada Innovation Technology 2023



Dr. Fery Lusviana Widiany, S.Gz., MPH., RD., merupakan seorang dosen, peneliti, serta penulis di bidang ilmu gizi klinik, yang ber-*home-base* di Universitas Respati Yogyakarta. Penulis lulus dari Program Studi S1 Gizi Kesehatan FK UGM pada tahun 2008, lulus dari Program Studi Profesi Gizi Kesehatan FK UGM pada tahun 2009, lulus dari Program Studi S-2 Ilmu Kesehatan Masyarakat FK UGM pada tahun 2014, dan telah menyelesaikan pendidikan pada Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan FKMK UGM pada tahun 2021.



Darmayanita Wenty, S.Si., MARS, lahir di Raha, pada 5 Agustus 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Bina Husada Kendari. Menyelesaikan pendidikan S1 (2006-2010) pada Jurusan Teknologi Laboratorium Kesehatan, Universitas Hasanuddin di Makassar dan melanjutkan jenjang S2 (2012-2014) pada Jurusan Magister Manajemen Rumah Sakit, Universitas Hasanuddin di Makassar. Penulis menekuni bidang ilmu Pengendalian Mutu dan Manajemen Laboratorium.



Muhammad Yashir, S.E., M.KM lahir di Jakarta, pada 10 Juli 1983. Ia tercatat sebagai lulusan SMAK LABIOMED DITKESAD TH 2001, UHAMKA Th 2009 & 2022. Laki-laki yang kerap disapa Yasser ini adalah anak dari pasangan H. Sairih dan Hj. Naspiah. Muhammad Yashir adalah seorang yang gemar berorganisasi, Yasser tercatat sebagai karyawan di Unika Atma Jaya sebagai Pranata laboratorium Pendidikan dan Biosafety officer. Bergabung di Organisasi Profesi PATELKI dari th 2016 s.d sekarang. sebagai Asesor Kompetensi BNSP, Auditor Internal dan Fasilitator Tenaga Pelatih Kesehatan (TPK) Kemenkes RI, sampai sekarang pengurus di Lembaga Pendidikan Pelatihan Profesi Laboratorium Medik Utama (LPPP-LMU) PATELKI.



Rita Maliza, Ph.D. lahir di Tembilahan, Indragiri Hilir, Riau, pada tanggal 19 September 1984. Menyelesaikan studi S1 di jurusan kimia, FMIPA Universitas Andalas (Unand) pada tahun 2007. Pada tahun 2011 penulis berhasil menyelesaikan studi S2 dengan predikat Summa Cum Laude pada Program Pascasarjana, Unand. Tahun 2012 penulis mendapatkan beasiswa dari DAAD (IGN-TTRC) untuk mengikuti program Student Exchange di Department of Biochemistry, Kassel University, Germany. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi S3 dalam bidang Human Biology melalui beasiswa Hashiya Scholarship Foundation dan Murayama Foundation di Department of Histology and Cell Biology, Graduate School of Medicine, Jichi Medical University, Japan. Penulis mengabdikan sebagai staf pengajar di Departemen Biologi, Unand, sejak tahun 2022. Fokus riset pada bidang kajian Molecular Endocrinology. Penulis adalah salah satu pemenang Writingthon Kemenristek Dikti 2018 dari Indonesia untuk Citarum Harum. Pada tahun 2022 penulis juga menulis buku referensi dengan judul *Pharmacogenomic: toward precision medicine*. Alamat: Laboratorium Struktur & Perkembangan Hewan, Jurusan Biologi FMIPA UNAND, Padang 25163. Email: ritamaliza@sci.unand.ac.id



Sunita R.S. SKM., M.Sc lahir di Tandam Hilir, pada 19 November 1974. Tercatat sebagai Mahasiswa S3 Prodi Doktorat Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran Bandung. Lulusan Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedik Universitas Gadjah Mada (2014), Sarjana Kesmas Bengkulu (2004), Akademi Analisis Kesehatan Depkes RI Jakarta (2000), Sekolah

Menengah Analis Kesehatan Depkes RI Medan (1993). Bekerja di Prodi Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Bengkulu (2012 sd sekarang). Pernah bekerja di Dinas Kesehatan Provinsi Bengkulu (2004 sd 2012) dan Balai Laboratorium Kesehatan Bengkulu Depkes RI (1995 sd 2004).



Enny Khotimah, Lahir di Jakarta pada 18 Juni 1973. Pada tahun 1993 sampai dengan tahun 2005 bekerja di Rumah Sakit Pondok Indah Jakarta Selatan. Pada tahun 2005 - 2007 Bekerja di Medika Plaza International Clinic. Tahun 2008-2009 Bekerja di Parahita Laboratorium Jakarta. Tahun 2012-2014 Bekerja di

Rumah Sakit Premier Jatinegara. Tahun 2015-2018 Bekerja di Jakarta Kyoai Medical Service Jakarta. Tahun 2017 sampai sekarang bekerja sebagai Tenaga Pengajar di Universitas Binawan Jakarta



dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D, merupakan dosen tetap Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat. Penulis merupakan anak dari pasangan Asrizal Jarat (ayah) dan Yurnita, Amd.Keb (Ibu). Setelah tamat Dokter Umum di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, (2009), penulis melanjutkan S3 bidang Medicine di Jichi Medical University, Jepang (2011 sampai 2015). Penulis aktif menulis buku dan artikel di berbagai jurnal.



Desi Aryani, AMAK., SE., M.A lahir di Jakarta, lulusan SMAK DITKESAD tahun 1994, S1 Ekonomi manajemen tahun 1996, Teknologi Laboratorium Poltekkes Jakarta III tahun 2003, Penulis juga menyelesaikan Pendidikan S2K3 tahun 2016. Penulis bekerja disalah satu Rumah Sakit di daerah Jakarta Timur, pengurus PATELKI DPC

Jakarta Timur dan PATELKI DPW DKI Jakarta juga aktif mengajar di beberapa tempat. Menulis beberapa buku dan bahan ajar dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif untuk penerus masa depan bangsa.