KARYA AKHIR

TERAPI MEDIK GIZI MELALUI PEMANFAATAN APLIKASI: PERHITUNGAN KEBUTUHAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

(Medical Nutrition Therapy Through Application Utilization: Calculation of Fluid and Electrolyte Needs)

Christine Natalia Elvira Rogahang

C175211004

Pembimbing 1 : Prof. Dr. dr. Nurpudji Astuti Daud, MPH. SpGK (K). FRSPH

Pembimbing 2 : Dr. dr. A. Yasmin Syauki, M.Sc., Sp.GK (K)

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
ILMU GIZI KLINIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

TERAPI MEDIK GIZI MELALUI PEMANFAATAN APLIKASI: PERHITUNGAN KEBUTUHAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai

Gelar Spesialis Gizi Klinik

Program Pendidikan Dokter Spesialis

Disusun dan diajukan oleh

CHRISTINE NATALIA ELVIRA ROGAHANG

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
GIZI KLINIK FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

LEMBAR PENGESAHAN KARYA AKHIR

Terapi Medik Gizi Melalui Pemanfaatan Aplikasi : Perhitungan Kebutuhan Cairan dan Elektrolit

Disusun dan diajukan oleh:

Christine Natalia Elvira Rogahang
Nomor Pokok : C175211004

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Studi Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 27 September 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof.Dr.dr.Nurpudji A.Taslim MPH,Sp.GK(K). FRSPH	Dr.dr.A.Yasmin Syauki M.Sc,Sp.GK (K)
NIP. 195610201985032001	NIP. 198011112006042018

Ketua Program Studi,	Dekan Fakultas Kedokteran,
Prof.Dr.dr.Nurpudji A.Taslim, MPH,Sp.GK(K).FRSPH	Prof.Dr.Dr.Haerani Rasyid,M.Kes,Sp.PD-KGH,Sp.GK
NIP. 195610201985032001	NIP.196805301996032001

ABSTRAK

Christine Rogahang, Terapi medik gizi melalui pemanfaatan aplikasi : perhitungan kebutuhan cairan dan elektrolit (Dibimbing oleh Nurpudji Astuti Taslim, Andi Yasmin Syauki, Agussalim Bukhari, Aminuddin, Nur Ashari)

Latar Belakang: Malnutrisi di rumah sakit adalah masalah kritis, terutama di wilayah seperti Makassar, Indonesia, di mana tingkat malnutrisi melebihi rata-rata nasional. Pasien yang mengalami malnutrisi sering mengalami ketidakseimbangan elektrolit dan masa rawat inap yang lebih lama, yang berujung pada peningkatan biaya perawatan kesehatan. Meskipun terapi gizi yang akurat sangat penting, perhitungan manual memerlukan waktu lama dan rentan terhadap kesalahan manusia, sehingga diperlukan solusi yang lebih efisien.

Tujuan: Studi ini bertujuan untuk menilai efektivitas aplikasi Nutrihas-Pro, yang dikembangkan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi waktu dalam perencanaan terapi gizi dibandingkan dengan metode manual.

Metode: Desain eksperimen dengan pengukuran berulang digunakan, melibatkan 30 residen gizi klinis di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo. Partisipan secara manual menghitung terapi gizi serta kebutuhan cairan/elektrolit untuk 60 pasien, kemudian mengulangi proses tersebut menggunakan Nutrihas-Pro. Waktu perhitungan dan akurasi dibandingkan menggunakan uji-t berpasangan dan uji chi-square.

Hasil: Aplikasi Nutrihas-Pro secara signifikan mengurangi waktu perhitungan ($p = 0.000$) dibandingkan metode manual, tanpa mengurangi akurasi perhitungan kebutuhan cairan dan elektrolit ($p > 0.05$). Pasien menunjukkan prevalensi ketidakseimbangan elektrolit yang tinggi (68,3%), terutama hiponatremia (35%).

Kesimpulan: Nutrihas-Pro meningkatkan efisiensi waktu sambil mempertahankan akurasi perhitungan, menjadikannya alat yang menjanjikan untuk manajemen terapi gizi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi keterbatasannya, termasuk ketergantungannya pada konektivitas internet dan perbandingannya dengan aplikasi kalkulator klinis lainnya.

ABSTRACT

Christine Rogahang, Medical Nutrition Therapy Through Application Utilization: Calculation of Fluid and Electrolyte Needs (Supervised by Nurpudji Astuti Taslim, Andi Yasmin Syauki, Agussalim Bukhari, Aminuddin, Nur Ashari)

Background: Hospital malnutrition is a critical issue, particularly in regions like Makassar, Indonesia, where malnutrition rates surpass national averages. Malnourished patients often experience electrolyte imbalances and prolonged hospital stays, leading to increased healthcare costs. Despite the importance of accurate nutritional therapy, manual calculations are time-consuming and prone to human error, necessitating a more efficient solution.

Objective: This study aims to assess the effectiveness of the Nutrihas-Pro application, developed to improve the accuracy and time efficiency of nutritional therapy planning compared to manual methods.

Methods: An experimental repeated measures design was employed, involving 30 clinical nutrition residents at RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo. Participants manually calculated nutritional therapy and fluid/electrolyte needs for 60 patients and repeated the process using Nutrihas-Pro. Calculation times and accuracy were compared using paired-samples t-tests and chi-square tests.

Results: The Nutrihas-Pro application significantly reduced calculation times ($p = 0.000$) compared to manual methods, without compromising the accuracy of fluid and electrolyte requirement calculations ($p > 0.05$). Patients displayed a high prevalence of electrolyte imbalance (68.3%), particularly hyponatremia (35%).

Conclusion: Nutrihas-Pro improves time efficiency while maintaining calculation accuracy, making it a promising tool for nutritional therapy management. Further research is needed to address its limitations, including its reliance on internet connectivity and comparisons with other clinical calculator applications.

PERYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul "Terapi Medik Gizi Melalui Pemanfaatan Aplikasi : Perhitungan Kebutuhan Cairan dan Elektrolit" adalah benar karya saya dengan arahan dari Komisi Pembimbing Prof.Dr.dr.Nurpudji A.Taslim MPH,Sp.GK(K). FRSPH selaku pembimbing I dan Dr. dr. A. Yasmin Syauki, M.Sc,, Sp.GK(K) selaku pembimbing II. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang di ajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan daftar pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 27 September 2024

Christine Natalia Elvira Rogahang

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya dan disertai usaha dan dukungan yang diberikan, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Gizi Klinik Universitas Hasanuddin.

Berkenaan dengan penulisan penelitian ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih untuk bantuan dan dukungan dari banyak pihak yang telah memungkinkan selesainya penyusunan maupun penyajian hasil penelitian ini, kepada :

1. Prof. Dr. dr. Nurpudji A., Taslim, MPH,Sp.GK (K) selaku Pembimbing I dan Dr. dr. A. Yasmin Syauki, M.Sc,,Sp.GK(K) selaku pembimbing II. Serta Prof. dr. Agussalim Bukhari, Ph.D, M.Med, Sp.GK(K), dr Aminuddin M.Nut & Diet, Ph.D, Sp.GK dan dr. Nur Ashari, M.Kes., Sp.GK (K) sebagai penilai, yang dengan penuh perhatian dan kesabaran meluangkan waktunya untuk memberi masukan dan bimbingan selama penyusunan hasil peneltian ini.
2. Ketua Program Studi Ilmu Gizi Klinik, Prof. Dr. dr. Nurpudji A., Taslim, MPH, Sp.GK (K) sekaligus pembimbing akademik saya dan Sekretaris Program Studi, Dr. dr. A. Yasmin Syauki, M.Sc,, Sp.GK(K) serta seluruh Dokter Konsulen Departemen Ilmu Gizi Klinik Universitas Hasanuddin yang telah meluangkan waktunya untuk mengawasi dalam proses penelitian serta telah membagi ilmunya.
3. Kepada seluruh keluarga saya, suami, anak, ayah, ibu, kakak yang mendukung saya dalam proses penyusunan penelitian ini.
4. Pegawai dan staf Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, serta seluruh karyawan yang telah membantu dalam proses penyusunan hasil penelitian ini.
5. Seluruh teman-teman Residen Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, terutama yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dalam penyusunan penelitian ini. Penulis sangat berterimakasih.
6. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat

saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam segala pelaksaan kegiatan dan memohon maaf apabila ada kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja dalam rangkaian tugas penulis. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan hasil penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu,penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 27 September 2024

Christine Natalia Elvira Rogahang

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK ii
ABSTRACT iii
LEMBAR PENGESAHAN KARYA AKHIR iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA v
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
DAFTAR SINGKATAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Kajian Masalah 3
1.3 Rumusan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.4.1 Tujuan Umum 4
1.4.2 Tujuan Khusus 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.5.1 Manfaat Teoritis 4
1.5.2 Manfaat Praktis 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Kebutuhan Cairan Pasien Rawat Inap 6
2.1.1 Metode Perhitungan Cairan 6
2.2 Kebutuhan Elektrolit 7
2.2.1 Gangguan Keseimbangan Elektrolit 8
2.2.2 Gangguan Keseimbangan Natrium 8
2.2.3 Gangguan Keseimbangan Kalium 19
2.4 Pemanfaatan *Aplikasi Digital* dalam bidang medis 26
2.4.1 Penggunaan Aplikasi Digital Medis dalam praktis klinis 27
BAB III KERANGKA PENELITIAN 29
3.1 Kerangka teori 30
3.2 Kerangka Konsep 30
BAB IV METODE PENELITIAN 32
4.1 Desain Penelitian 32
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian 32
4.2.1 Sosialisasi dan Pelatihan 32
4.2.2 Pelaksanaan Penelitian 33
4.3 Populasi dan Partisipan Penelitian 33
4.3.1 Populasi 33
4.3.2 Sampel 33
4.3.3 Sampling 33
4.3.4 Besar Sampel 34
4.4 Identifikasi Variabel 34
4.5 Instrument Penelitian 34
4.6 Definisi Operasional 34
4.7 Kerangka Kerja penelitian 35

4.8 Etik Penelitian 36
BAB VI PEMBAHASAN 42
6.1 Pelaksanaan Sosialiasi dan Pelatihan Penggunaan Aplikasi 42
6.2 Efisiensi waktu, dan akurasi dalam perhitungan kebutuhan cairan dan koreksi elektrolit 43
6.3 Keterbatasan Penelitian 44
BAB VII PENUTUP 45
7.1 Kesimpulan 45
7.2 Saran 45
DAFTAR PUSTAKA 46
LAMPIRAN 50

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Metode Perhitungan Cairan (Nelms, 2020)..... 6
Tabel 2 Angka Kecukupan Gizi (PMK NO 28 ttg AKG, 2019) 7
Tabel 3 Kondisi dan obat penyebab Hiponatremia akut (Spasovski et al., 2014) . 9
Tabel 4 Mekanisme terjadinya hyponatremia (Reddi et al., 2018) 10
Tabel 5 Perbandingan Penatalaksanaan Hiponatremia berdasarkan United States dan European Guidline 15
Tabel 6 Penanganan Hipokalemia (Kardalas et al., 2018) 21
Tabel 7 Etiologi Hiperkalemia(Kee, 2010)..... 23
Tabel 8 Karateristik Partisipan..... 37
Tabel 9 Uji kesetaraan antar level partisipan 38
Tabel 10 Karakteristik Pasien Uji..... 38
Tabel 11 Perbandingan Perhitungan Kebutuhan Cairan pada perhitungan metode manual dan perhitungan metode aplikasi..... 39
Tabel 12 Perbandingan perhitungan dan waktu hitung manual dan penggunaan aplikasi. 40
Tabel 13 perbandingan perhitungan kebutuhan elektrolit berdasarkan level partisipan (dalam satuan mmol/L) 40
Tabel 14 Perbandingan waktu perhitungan kebutuhan elektrolit berdasarkan level kompetensi residen. (dalam satuan detik)..... 41
Tabel 15 Perbandingan perhitungan kebutuhan koreksi gangguan elektrolit (gangguan natrium, gangguan kalium, dan kombinasi natrium dan kalium) 41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Klasifikasi Hiponatremia (Spasovski, 2024) 11
Gambar 2 -Klasifikasi dan Penyebab Hiponatremia (Hoorn & Zietse, 2017) 13
Gambar 3 - Klasifikasi dan Penyebab Hypernatremia 17
Gambar 4 Klasifikasi Hiperkalemia 22
Gambar 5 - Gambaran EKG pada Hiperkalemia (Hunter & Bailey, 2019) 25
Gambar 6 Penanganan Hiperkalemia Akut dan Kronis 26
Gambar 7 Aplikasi Perhitungan Medis (Mosa et al., 2012) 28
Gambar 8 Kerangka Teori 30
Gambar 9 Kerangka Konsep 31
Gambar 10 Kerangka Kerja Penelitian 35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 LEMBAR KESEDIAAN MENJADI PARTISIPAN PENELITIAN 50
Lampiran 2 LEMBAR KESEDIAAN MENJADI PARTISIPAN PENELITIAN 51
Lampiran 3 LEMBAR EVALUASI KEMAMPUAN DASAR 52
Lampiran 4 LEMBAR SIMULASI KEMAMPUAN DASAR 53

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Definisi
SGA	Subjective Global Assessment
CKD	Chronic Kidney Disease
ECF	Extracellular Fluid
ICF	Intracellular Fluid
PPOK	Penyakit Paru Obstruktif Kronik
MELD	Model for End-Stage Liver Disease
NSTEMI	Non-ST Elevation Myocardial Infarction
AKG	Angka Kecukupan Gizi
RSP	Rumah Sakit Pendidikan
IV	Intravenous

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Malnutrisi di rumah sakit adalah masalah kritis yang secara signifikan berdampak pada hasil pasien dan sistem perawatan kesehatan. Penyebab malnutrisi di rumah sakit bersifat multifaktorial, termasuk faktor-faktor seperti asupan makanan yang tidak mencukupi dan peningkatan proses katabolik karena kondisi yang mendasari seperti penyakit metabolik, infeksi, dan keganasan (Simadibrata et al., 2021).

Malnutrisi di rumah sakit di Makassar, Indonesia, merupakan tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan, dengan penelitian yang menunjukkan prevalensi kasus malnutrisi yang cukup tinggi di wilayah tersebut. Penelitian yang dilakukan di Kota Makassar menunjukkan bahwa prevalensi malnutrisi dan gizi buruk mencapai 28,1%, melebihi rata-rata provinsi dan nasional (Alim et al., 2021).

Terapi medik gizi untuk pasien merupakan aspek penting dalam pelayanan kesehatan, untuk memastikan bahwa pasien mendapatkan nutrisi yang memadai selama masa rawat inap. Makanan rumah sakit disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan klinis pasien, dengan menyediakan jumlah protein dan energi yang ditentukan sesuai pedoman diet (Fukuda et al., 2020).

Data antropometri, umur, rincian asupan makanan (*food recall* 24 jam), riwayat asupan makan, suplementasi dan perubahan nafsu makan, rasa kenyang, tingkat aktivitas fisik, kebutuhan metabolisme, tingkat stress metabolik dan aktivitas fisik merupakan beberapa data yang harus di kumpulkan dalam penilaian status gizi pasien, dimana ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan tenaga kesehatan yang terlatih dalam mengumpulkan data.

Tingginya kasus malnutrisi di rumah sakit, membutuhkan penanganan yang cepat dan tepat oleh dokter spesialis gizi klinik, melihat dari waktu yang di perlukan untuk perhitungan perencanaan terapi medik gizi pada setiap pasien rawat inap di rumah sakit yang dikonsulkan ke gizi diharapkan aplikasi bisa membantu dalam efektifitas waktu perhitungan perencanaan terapi gizi medik maupun meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan manusia dalam perhitungan perencanan terapi medik gizi. (Skouroliakou et al., 2009)

Penggunaan aplikasi digital untuk perhitungan medis saat ini umum dilakukan oleh klinisi terutama dokter penyakit dalam, sedangkan untuk bidang nutrisi penggunaan aplikasi oleh dokter gizi klinik masih sedikit ditemui dan biasanya tidak secara kompherensif. Salah satu masalah yang umum terjadi pada pasien rawat inap adalah adanya gangguan keseimbangan elektrolit. Gangguan keseimbangan natrium dan kalium pada pasien malnutrisi rumah sakit umum terjadi sehingga perhitungan kebutuhan elektrolit adalah salah satu dari bagian terapi medik gizi.(Stoumpos et al., 2023)

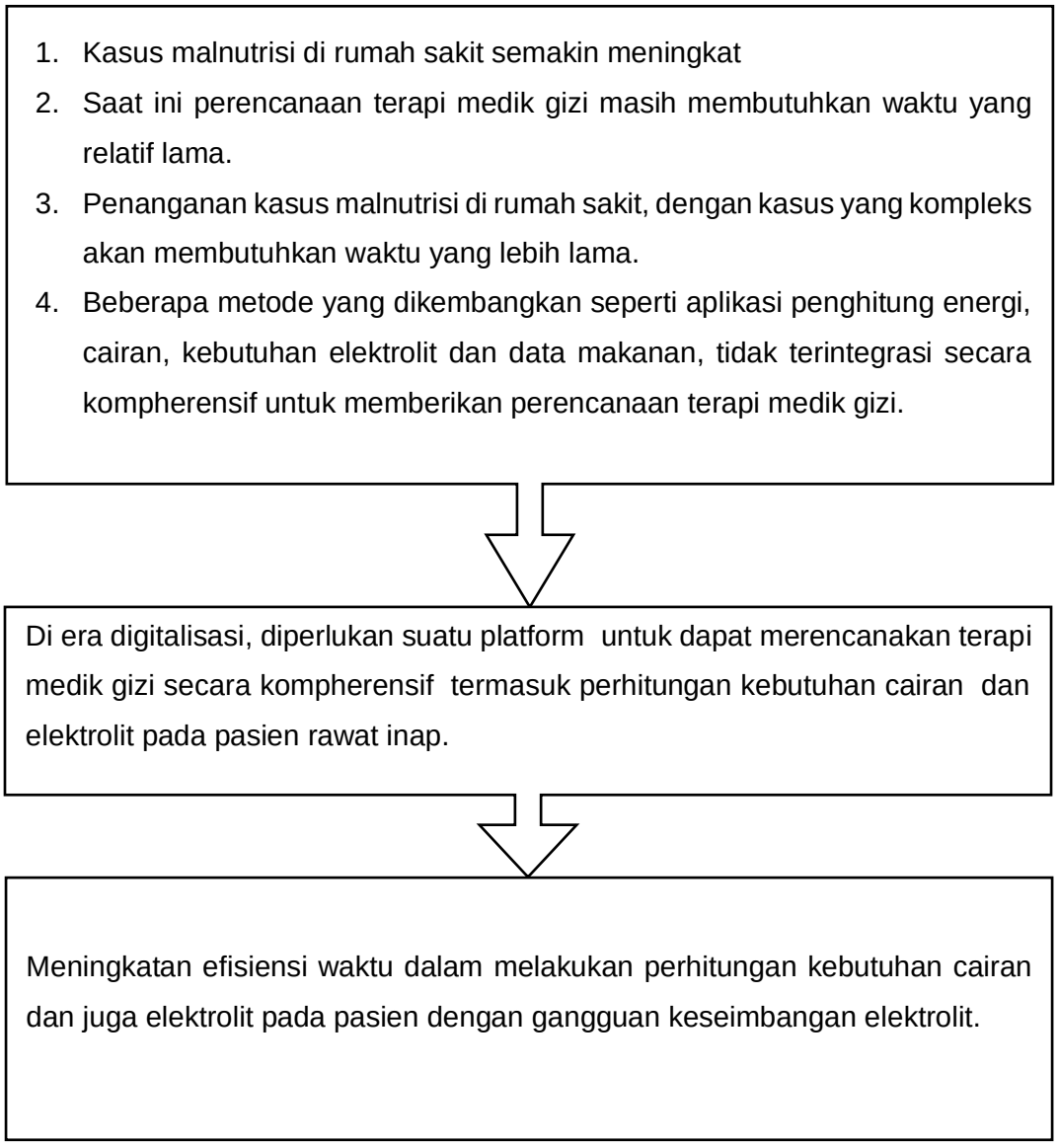
Kurangnya identifikasi dan dokumentasi yang tepat untuk pasien malnutrisi tidak hanya mempengaruhi hasil akhir dari pasien, tetapi juga berdampak pada biaya rumah sakit, lama rawat inap, dan kualitas perawatan secara keseluruhan (Goswami et al., 2013). Selain itu, kompleksitas perawatan untuk pasien malnutrisi lebih tinggi dibandingkan dengan pasien yang bergizi baik, sehingga menyoroti perlunya dukungan dan intervensi gizi yang disesuaikan(Pourhassan et al., 2020).

Nutrihas_Pro adalah aplikasi yang dibuat oleh Program Studi Gizi Klinis Universitas Hasanuddin untuk membantu dokter gizi klinik dalam melakukan perencanaan terapi medik gizi pada pasien rawat inap. Aplikasi ini dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dokter gizi klinik, dimana aplikasi ini mengintegrasikan berbagai fitur terkait perencanaan medik gizi, dimulai dari data pasien, antropometri, recall 24 jam, penentuan status metabolik berdasarkan hasil penginputan data laboratorium, selain itu dilengkapi juga dengan perhitungan kebutuhan cairan, koreksi kebutuhan elektrolit untuk pasien dengan gangguan keseimbangan elektrolit, penentuan kebutuhan energi, penentuan komposisi, hingga pemilihan jenis makanan sesuai preskripsi diet yang direncanakan. Aplikasi ini juga memberikan rekomendasi untuk terapi koreksi elektrolit yang diharapkan membantu dokter gizi klinik dalam memberikan keputusan klinis. Database jenis makanan yang cukup banyak sesuai dengan data komposisi pangan keluaran kementerian kesehatan, data diet dari rumah sakit, data suplementasi oral beserta data parenteral nutrisi merupakan salah satu kelebihan dari aplikasi ini, dimana dokter gizi klinik bisa dengan mudah memilih dan menentukan preskrip diet yang sesuai dengan perencanaan terapi medik gizi.

Sistem yang terintegrasi pada aplikasi ini memudahkan dokter gizi klinik dalam menghitung kebutuhan cairan, kebutuhan energi, menghitung kebutuhan koreksi elektrolit, dan berbagai perhitungan seperti eGFR, TLC, PNI dan NLR tanpa perlu menghitung secara manual dengan kalkulator ataupun menggunakan

beberapa aplikasi perhitungan lain secara bergantian, selain itu rumus dan algoritma yang sudah terprogram dalam aplikasi ini memudahkan dokter gizi klinik terutama dari segi waktu untuk perhitungan dikarenakan dilakukan secara otomatis dan terstandar oleh aplikasi. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dokter gizi klinik dalam memberikan terapi medik gizi, terutama pada efisiensi waktu tanpa mengurangi akurasi dari perhitungan perencanaan terapi medik gizi.

1.2 Kajian Masalah



1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan signifikan dalam hasil perhitungan antara metode manual dan aplikasi Nutrihas-Pro dalam menghitung kebutuhan cairan dan kebutuhan elektrolit pada pasien dengan gangguan keseimbangan elektrolit?
2. Bagaimana perbedaan waktu yang diperlukan oleh partisipan untuk melakukan perhitungan manual dibandingkan menggunakan aplikasi Nutrihas-Pro dalam menghitung kebutuhan cairan dan kebutuhan elektrolit pada pasien dengan gangguan keseimbangan elektrolit.?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

- Mengidentifikasi waktu yang dibutuhkan dan perhitungan yang tepat antara penggunaan Aplikasi NUTRIHAS-PRO dibandingkan perhitungan MANUAL dalam perhitungan kebutuhan cairan dan elektrolit pada pasien rawat inap dengan gangguan keseimbangan elektrolit.

1.4.2 Tujuan Khusus

- Membandingkan perhitungan jumlah kebutuhan cairan dan elektrolit pada pasien rawat inap dengan gangguan keseimbangan elektrolit menggunakan aplikasi NUTRIHAS – PRO dan menghitung secara manual.
- Membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk perhitungan kebutuhan cairan dan elektrolit pada pasien dengan gangguan keseimbangan elektrolit dengan menggunakan aplikasi NUTRIHAS-PRO dengan cara Manual

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

- Hasil penelitian ini dapat menjelaskan bentuk pengembangan aplikasi Nutrihas-Pro yang diharapkan dapat memberikan informasi tentang nutrisi dan terapi medik gizi pada pasien rawat inap dirumah

sakit sehingga bermanfaat dalam memberikan wacana dan sumbangan pemikiran untuk pengembangan keilmuan proses penatalaksanaan medik gizi.

1.5.2 Manfaat Praktis

- Penelitian ini dapat memberi informasi bahwa Aplikasi Nutrihas-Pro dapat memberikan kemudahan dan efisiensi waktu oleh dokter spesialis gizi klinik dalam memberikan pelayanan pasien yang lebih tepat dan efisien
- Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi mengenai efektivitas penggunaan aplikasi digital dalam perhitungan terapi medik gizi, kelebihan dan kelemahan dalam penggunaan aplikasi digital dalam penerapannya di rumah sakit
- Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan penggunaan aplikasi digital untuk perhitungan kebutuhan elektrolit pada pasien rawat inap dengan gangguan keseimbangan elektrolit.
- Memberikan bahan informasi bagi peneliti lain yang berminat untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Cairan Pasien Rawat Inap

2.1.1 Metode Perhitungan Cairan

Dalam perawatan medis, pemulihan status cairan normal merupakan salah satu prioritas pertama dalam memperbaiki kembali homeostasis tubuh . Fungsi air dalam tubuh termasuk mengangkut nutrisi, mengangkut dan mengeluarkan sisa metabolisme, mendukung bentuk dan struktur sel, dan mempertahankan suhu tubuh yang normal. Berbagai zat terlarut ditemukan dalam cairan tubuh. Kelompok zat terlarut yang penting yang ditemukan dalam cairan tubuh adalah elektrolit. Pemeliharaan keseimbangan cairan sangat penting dan secara signifikan terintegrasi dengan pemeliharaan keseimbangan elektrolit. Kehilangan cairan dari tubuh setiap hari adalah normal dan membutuhkan penggantian. Adanya cedera atau penyakit dapat mengakibatkan peningkatan kehilangan cairan dan peningkatan kebutuhan cairan. Deteksi ketidakseimbangan cairan dan elektrolit penting dalam penilaian nutrisi.(Nelms, 2020)

Beberapa metode telah dikembangkan untuk memperkirakan kebutuhan cairan. Empat metode tersebut di sebutkan dalam tabel 1 (Nelms, 2020)

Tabel 1 Metode Perhitungan Cairan (Nelms, 2020)

Method 1 (based on energy intake): 1 mL of fluid per kcal	
Method 2 (based on age and body weight):	
Age	**Recommendation**
Infants and children (Holliday–Segar formula or 4:2:1 shortcut):	
1–10 kg	100–150 mL/kg (or 4 mL/kg/h*)
11–20 kg	1000 mL plus 50 mL/kg over 10 kg (or 40 mL/h + 2 mL/kg for wt >10 kg)
≥21 kg	1500 mL plus 25 mL/kg over 20 kg (or 60 mL/h + 1 mL/kg for wt >20 kg)
≥31 kg	1700 mL plus 30 mL/kg over 30 kg
Adolescents	40–60 mL/kg
Young adult 16–30 yrs	35–40 mL/kg
Average adult	30–35 mL/kg
Adult, 55–65 yrs	30 mL/kg
Adult >65 yrs	25 mL/kg
Method 3 (based on nitrogen and energy intake): 1 mL/kcal + 100 mL/g N	
Method 4 (based on body surface area [BSA]): 1500 mL/m^2	
To calculate BSA (Mosteller formula):	
BSA = √[(height in cm × weight in kg) ÷ 3600]	

Penilaian klinis harus digunakan untuk mengevaluasi apakah asupan cairan yang direkomendasikan sudah sesuai. Penilaian status hidrasi meliputi evaluasi berat badan harian dan catatan asupan dan keluaran; evaluasi fisik kulit, mata, bibir, dan rongga mulut; inspeksi visual warna urin; evaluasi laju pernapasan dan suara paru-paru, serta tekanan darah, pengisian kapiler dan penilaian edema.(Nelms, 2020)

2.2 Kebutuhan Elektrolit

Berdasarkan Permenkes RI no 28 tahun 201 tentang Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang di anjukan untuk masyarakat indonesia diatur tentang kebutuhan elektrolit pada bayi, anak, laki- laki dewasa dan perempuan dewasa, selain itu di atur juga mengenai perempuan hamil dan menyusui.

Tabel 2 Angka Kecukupan Gizi (PMK NO 28 ttg AKG, 2019)

Angka Kecukupan Mineral yang dianjurkan (per orang per hari)

Kelompok Umur	Kalsium (mg)	Fosfor (mg)	Magnesium (mg)	Besi[2] (mg)	Iodium (mcg)	Seng[3] (mg)	Selenium (mcg)	Mangan (mg)	Fluor (mg)	Kromium (mcg)	Kalium (mg)	Natrium (mg)	Klor (mg)	Tembaga (mcg)
Bayi /Anak														
0 –5 bulan[1]	200	100	30	0.3	90	1.1	7	0.003	0.01	0.2	400	120	180	200
6 – 11 bulan	270	275	55	11	120	3	10	0.7	0.5	6	700	370	570	220
1 – 3 tahun	650	460	65	7	90	3	18	1.2	0.7	14	2600	800	1200	340
4 – 6 tahun	1000	500	95	10	120	5	21	1.5	1.0	16	2700	900	1300	440
7 – 9 tahun	1000	500	135	10	120	5	22	1.7	1.4	21	3200	1000	1500	570
Laki-laki														
10 – 12 tahun	1200	1250	160	8	120	8	22	1.9	1.8	28	3900	1300	1900	700
13 – 15 tahun	1200	1250	225	11	150	11	30	2.2	2.5	36	4800	1500	2300	795
16 – 18 tahun	1200	1250	270	11	150	11	36	2.3	4.0	41	5300	1700	2500	890
19 – 29 tahun	1000	700	360	9	150	11	30	2.3	4.0	36	4700	1500	2250	900
30 – 49 tahun	1000	700	360	9	150	11	30	2.3	4.0	34	4700	1500	2250	900
50 – 64 tahun	1200	700	360	9	150	11	30	2.3	4.0	29	4700	1300	2100	900
65 – 80 tahun	1200	700	350	9	150	11	29	2.3	4.0	24	4700	1100	1900	900
80+ tahun	1200	700	350	9	150	11	29	2.3	4.0	21	4700	1000	1600	900
Perempuan														
10 – 12 tahun	1200	1250	170	8	120	8	19	1.6	1.9	26	4400	1400	2100	700
13 – 15 tahun	1200	1250	220	15	150	9	24	1.6	2.4	27	4800	1500	2300	795
16 – 18 tahun	1200	1250	230	15	150	9	26	1.8	3.0	29	5000	1600	2400	890
19 – 29 tahun	1000	700	330	18	150	8	24	1.8	3.0	30	4700	1500	2250	900
30 – 49 tahun	1000	700	340	18	150	8	25	1.8	3.0	29	4700	1500	2250	900
50 – 64 tahun	1200	700	340	8	150	8	25	1.8	3.0	24	4700	1400	2100	900
65 – 80 tahun	1200	700	320	8	150	8	24	1.8	3.0	21	4700	1200	1900	900
80+ tahun	1200	700	320	8	150	8	24	1.8	3.0	19	4700	1000	1600	900
Hamil (+an)														
Trimester 1	+200	+0	+0	+0	+70	+2	+5	+0.2	+0	+5	+0	+0	+0	+100
Trimester 2	+200	+0	+0	+9	+70	+4	+5	+0.2	+0	+5	+0	+0	+0	+100
Trimester 3	+200	+0	+0	+9	+70	+4	+5	+0.2	+0	+5	+0	+0	+0	+100

2.2.1 Gangguan Keseimbangan Elektrolit

Ketidakseimbangan elektrolit merupakan temuan umum pada banyak penyakit, dan ini harus dipertimbangkan secara menyeluruh, dengan pemeriksaan yang bertujuan untuk memperjelas skenario klinis untuk pengobatan yang efektif dan berhasil. Sebagian besar ketidakseimbangan elektrolit yang penting dan umum terjadi adalah kondisi hipo dan hiper natrium, kalium, kalsium, dan magnesium.

Ginjal adalah organ yang bertanggung jawab utama untuk retensi dan ekskresi elektrolit dan cairan pada individu yang sehat. Namun, mekanisme lain seperti interaksi hormonal hormon antidiuretik, aldosteron, dan hormon paratiroid, serta faktor lain seperti stres fisiologis juga memainkan peran penting dalam mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit dalam organisme. Studi tentang prevalensi klinis ketidakseimbangan elektrolit sering melaporkan bahwa gangguan ini sering terlihat pada pasien usia lanjut dan pasien yang sakit kritis, dan terjadi pada perkembangan penyakit seperti diabetes mellitus, gagal ginjal akut atau kronis, kejadian kardiovaskular yang parah seperti infark miokard, dll. Sehingga gangguan keseimbangan elektrolit adalah parameter biokimia yang dapat diukur secara matematis dalam aliran darah yang menentukan manifestasi klinis dari interaksi antara kejadian metabolik seperti sepsis, hormon, kejadian vaskular, obat-obatan, defisiensi hidrasi, dan fisiologi ginjal. (Balcı et al., 2013; Fiaccadori et al., 2021)

2.2.2 Gangguan Keseimbangan Natrium

Natrium adalah kation utama dan anion dalam cairan ECF. Kadar natrium dalam tubuh diatur oleh ginjal dan dipengaruhi oleh hormon aldosteron. Natrium terutama bertanggung jawab atas retensi air dan tingkat osmolalitas serum. Konsentrasi normal natrium dalam ekstraseluler cairan adalah 135-146 mEq / L. (Spasovski, 2024)

a) Hiponatremia

Sekitar 30-45% pasien yang dirawat di rumah sakit pasien yang dirawat di rumah sakit mungkin mengalami hiponatremia, karena ini adalah ketidakseimbangan elektrolit yang paling umum. Hiponatremia didefinisikan sebagai serum atau plasma [Na+] <135 mEq/L (bervariasi untuk sebagian kecil di laboratorium yang berbeda). Hiponatremia adalah kelainan elektrolit umum yang

disebabkan oleh kelebihan total air tubuh bila dibandingkan dengan total kandungan natrium tubuh. Hiponatremia merupakan ketidakseimbangan dalam rasio ini di mana total air tubuh lebih dari total zat terlarut tubuh. TBW memiliki dua kompartemen utama, ECF terhitung sepertiga dan ICF, terhitung dua pertiga sisanya. Sodium adalah zat terlarut utama ECF dan kalium untuk ICF.(Reddy, 2023; Singh et al., 2023)

Etiologi hiponatremia dapat diklasifikasikan berdasarkan waktu terjadinya, yaitu hiponatremia akut (< 48 jam) dan hiponatremia kronik (> 48 jam) (Spasovski et al., 2014). Beberapa keadaan dan juga obat-obatan dapat mempengaruhi terjadinya akut hyponatremia seperti terangkum dalam tabel berikut.

Tabel 3 Kondisi dan obat penyebab Hiponatremia akut (Spasovski et al., 2014)

Table 8. Drugs and conditions associated with acute hyponatraemia (<48 h).

Postoperative phase
Post-resection of the prostate, post-resection of endoscopic uterine surgery
Polydipsia
Exercise
Recent thiazides prescription
3,4-Methylenedioxymethamfetamine (MDMA, XTC)
Colonoscopy preparation
Cyclophosphamide (i.v.)
Oxytocin
Recently started desmopressin therapy
Recently started terlipressin, vasopressin

Patofisiologi Hiponatremia

Hiponatremia diakibatkan oleh ketidakmampuan ginjal untuk mengeluarkan beban air atau asupan air berlebih. Asupan air tergantung pada mekanisme rasa haus. Rasa haus dirangsang oleh peningkatan osmolalitas. Rasa haus dirasakan oleh osmoreseptor yang terletak dihipotalamus dan menyebabkan pelepasan hormon antidiuretik (vasopresin) dari hipofisis posterior. Hormon antidiuretik bekerja pada reseptor V2 yang terletak di aspek basolateral sel saluran pengumpul danmenyebabkan peningkatan ekspresi aquaporin pada aspekluminal sel saluran pengumpul yang meningkatkan penyerapan air dan menghilangkan rasa haus.(Sahay & Sahay, 2014)

Beberapa mekanisme terjadinya hyponatremia di jelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 4 Mekanisme terjadinya hyponatremia (Reddi et al., 2018)

Table 12.2 Possible mechanisms of hyponatremia

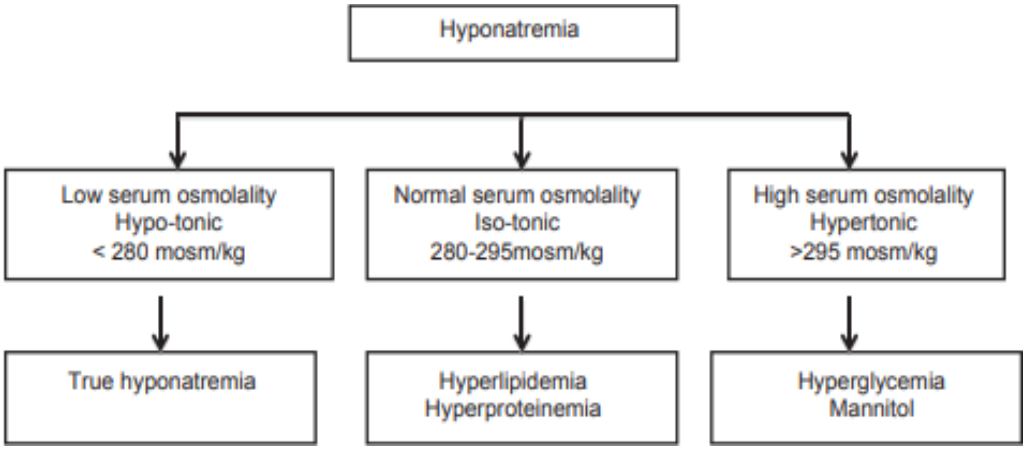
Cause	Mechanism
Diarrhea and vomiting	Volume depletion→ ↑ADH→ decreased water excretion
Diuretics	Volume depletion→ ↑ADH→ decreased water excretion. Hypokalemia. K^+ moves out of cells into ECF causing Na^+ movement into cells to maintain electroneutrality. Thiazides have some other effects
Mineralocorticoid deficiency	Volume depletion→ ↑ADH→ decreased water excretion, ↑Na^+ excretion
Salt-losing nephropathies	↑ Na^+ excretion, ↑ADH→ decreased water excretion
Cerebral salt wasting	Volume depletion→ ↑ADH→ decreased water excretion, ↑Na^+ excretion
Decompensated CHF	↓ EABV→ increased AII-SNS→ ↑Na^+ and water reabsorption→ decreased delivery to diluting segments and ↑ADH→ decreased water excretion, ↑AQP2 expression
Cirrhosis	The same as earlier
Nephrotic syndrome (hypovolemic)	↓ Water excretion (children)
Nephrotic syndrome (hypervolemic)	Intrarenal mechanisms, leading to Na^+ and water reabsorption, ↓AQP2 expression
Renal failure	↓ RBF→ ↓GFR→ decreased Na^+ and water filtration→ decreased water excretion
Psychogenic polydipsia	Water intake exceeds its excretion. ↓ADH and AQP2 expression
Hypothyroidism	↑ADH→ decreased water excretion
Glucocorticoid deficiency	↑ADH→ decreased water excretion, ↑Na/K/2Cl, and ENaC activity→ increased Na^+ and water reabsorption, ↑AQP2 expression
Drugs	↑ADH secretion and/or potentiation of ADH activity→ decreased water excretion
SIADH	↑ADH→ decreased water excretion
Nephrogenic syndrome of antidiuresis	Mutation in ADH receptor 2→ increased ADH receptor activity→ decreased water excretion, ADH undetectable

EABV effective arterial blood volume, *ENaC* epithelial sodium channel, *RBF* renal blood flow, *SIADH* syndrome of antidiuretic hormone secretion, *CHF* congestive heart failure, *ECF* extracellular fluid, ↑ increased, ↓ decreased

Klasifikasi Hyponatremia

Hiponatremia berdasarkan derajat berat nilai kimiawi (kadar natrium plasma), terdiri dari 3 jenis yaitu: hiponatremia ringan (130-135 mmol/L), hiponatremia sedang (125-129 mmol/L) dan hiponatremia berat (<125 mmol/L).(Sahay & Sahay, 2014)

Hiponatremia berdasarkan waktu terjadinya dikategorikan atas 2 kategori yaitu hiponatremia akut (bila hipontaremia yang terjadi < 48 jam) dan hiponatremia kronik (bila hiponatremia yang terjadi > 48 jam). Hiponatremia juga dapat diklasifikasikan sebagai *pseudohyponatemia, True hyponatremia dan Translocation hyponatremia.* (Spasovski, 2024)



Gambar 1 Klasifikasi Hiponatremia (Spasovski, 2024)

Osmolalitas serum normal adalah 280-295 msm/kg. Osmolalitas serum (S Osm) dapat dihitung dengan konsentrasi dalam milimol per liter zat terlarut utama serum menurut persamaan berikut: (Sahay & Sahay, 2014)

Sosm (mmol/kg) = (2 × serum [Na]) + (serum [glukosa]/18) + (nitrogen urea darah / 2,8).

*Pseudohyponatremia (*normo-osmolal) atau isotonik adalah karena adanya hipertrigliseridemia atau peningkatan protein plasma dalam kondisi seperti mieloma multipel. Pada subjek normal, air plasma adalah 93 persen dari volume plasma, lemak dan protein merupakan 7 persen sisanya. Fraksi air plasma turun di bawah 80 persen pada kasus dengan hiperlipidemia yang ditandai (trigliserida >150 mg/dL) atau hiperproteinemia (protein>10 g/dL). Di sini, konsentrasi natrium air plasma dan osmolalitas plasma tidak berubah, tetapi konsentrasi natrium yang terukur dalam total volume plasma berkurang karena spesimen mengandung lebih sedikit air plasma. Pada gagal ginjal, peningkatan urea darah melawan penurunan osmolalitas serum akibat hiponatremia. Namun, osmolalitas serum yang efektif

berkurang secara tepat dalam pengaturan ini karena urea adalah osmol yang tidak efektif. (Sahay & Sahay, 2014; Zieg, 2017)

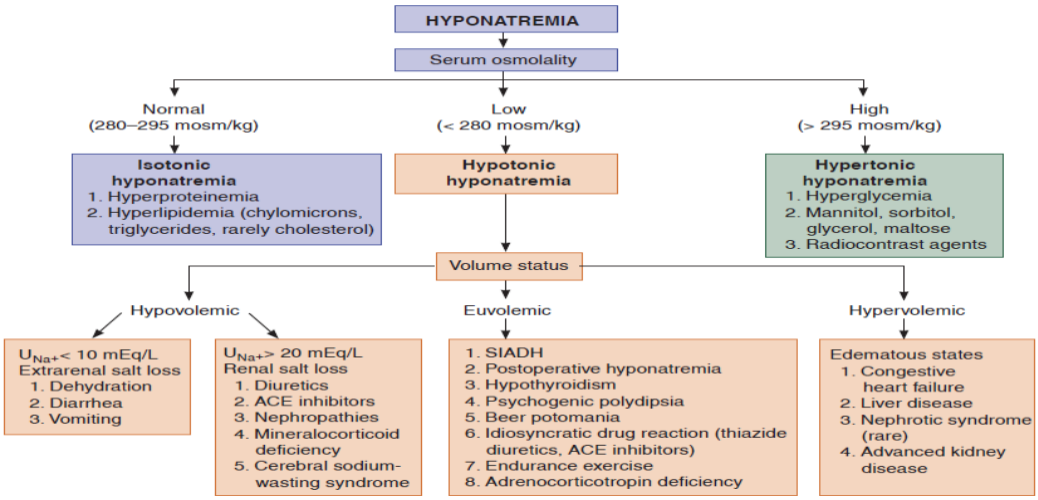
Translocation hyponatremia (hiperosmolal) atau hipertonik atau redistributif disebabkan oleh adanya zat terlarut yang aktif secara osmotik dalam serum, misalnya, manitol atau glukosa. Ketika plasma mengandung sejumlah besar zat terlarut yang tidak terukur, seperti manitol atau zat kontras radiografi, osmolalitas plasma tidak dapat dihitung secara akurat dan harus dipastikan dengan pengukuran langsung.(Sahay & Sahay, 2014)(Hoorn & Zietse, 2017)

True hyponatremia (hipoosmolal) dikaitkan dengan penurunan osmolalitas serum dan selanjutnya diklasifikasikan sebagai euvolemik, hipervolemik, dan hipovolemik.(Hoorn & Zietse, 2017).

Manifestasi Klinis Hiponatremia

Gejala dapat bervariasi dari yang ringan, tidak spesifik hingga yang parah dan mengancam jiwa . Gejala hiponatremia yang tidak spesifik seperti air seni pekat, sakit kepala, mual, muntah, gelisah, kebingungan, suasana hati yang tertekan, psikosis, halusinasi, kurang perhatian, gangguan memori, kram otot, dan tremor. Penurunan terkecil dalam serum natrium pada pasien usia lanjut dapat mengakibatkan penurunan kognitif dan peningkatan risiko jatuh. Pasien dengan gejala neurologis sedang hingga berat (kejang, mengantuk parah, disartria, dan hemiplegia) memerlukan perawatan segera untuk mencegah herniasi otak dan kematian. Gejala hiponatremia yang parah ini disebabkan oleh edema otak dan peningkatan intrakranial yang meningkat. (Reddy, 2023; Spasovski, 2024)

Sel-sel otak mulai membengkak ketika air berpindah dari ekstraseluler ke kompartemen intraseluler karena perbedaan osmolalitas efektif antara otak dan plasma. Hal ini biasanya terjadi ketika hiponatremia terjadi dengan cepat dan otak memiliki terlalu sedikit waktu untuk beradaptasi dengan hipotonik lingkungan. Seiring waktu, otak mengurangi jumlah partikel yang aktif secara osmotik di dalam selnya (sebagian besar kalium dan zat terlarut organik) dalam upaya untuk mengembalikan volume otak. Proses ini membutuhkan waktu 24-48 jam, oleh karena itu alasan untuk menggunakan ambang batas 48 jam untuk membedakan akut (<48 jam) dan hiponatremia kronis (≥48 jam). (Spasovski et al., 2014)



Gambar 2 -Klasifikasi dan Penyebab Hiponatremia (Hoorn & Zietse, 2017)

Penanganan Hiponatremia

Hiponatremia secara klasik didefinisikan sebagai akut (durasi <48 jam) atau kronis (>48 jam) dan selanjutnya dikarakterisasi sebagai asimtomatik atau simtomatik. Klasifikasi ini penting dalam hal pengobatan.

Klasifikasi ini penting dalam hal pengobatan. Dengan demikian, pengobatan hiponatremia tergantung pada empat faktor:

1. Tingkat keparahan hiponatremia
2. Durasi hiponatremia
3. Tanda dan gejala hiponatremia
4. Status volume

Penatalaksanaan Hiponatremia Akut (Reddi et al., 2018)

1. Hiponatremia gejala akut (kejang, gangguan pernapasan, dll.) adalah keadaan darurat medis.
2. Berikan oksigenasi yang memadai. Obati hipoksemia untuk mencegah eksaserbasi ensefalopati hiponatremik.
3. Pasien yang berisiko mengalami hiponatremia gejala akut:
   (1) Pasien pasca operasi yang menerima cairan hipotonik
   (2) Pasien polidipsia psikogenik
   (3) Pasien yang mengonsumsi ekstasi
   (4) Pelari maraton

4. Untuk pasien-pasien di atas, NaCl 3% adalah cairan pilihan, karena infusnya meningkatkan serum [Na+] ke tingkat yang diinginkan dan mencegah edema serebral. Biasanya, saline 5% diperlukan. Tingkatkan serum Na+ 6-8 mEq dalam 3-4 jam. Koreksi cepat hingga lebih tinggi dari 8 mEq dalam 24 jam mungkin tidak terlalu berbahaya, terutama pada pasien dengan psikogenik polidipsia, pasien yang menggunakan ekstasi, dan pelari maraton Pembatasan air tidak boleh digunakan untuk mengobati hiponatremia simptomatik, karena dibutuhkan 24-72 jam untuk meningkatkan Na+ sebesar 5-6 mEq.
5. Pada semua pasien bergejala lainnya, NaCl 3% juga harus digunakan. Meningkatkan serum Na+ 1-2 mEq/jam selama 3 jam hingga 6 mEq dari awal. Kemudian pertahankan 3% NaCl. Jika gejala-gejala. Jika gejala berlanjut, berikan bolus lain sebanyak 100 mL NaCl 3%. Laju peningkatan dalam serum Na+ adalah 6-8 mEq dalam periode 24 jam pada pasien tanpa faktor risiko.laju koreksi tidak boleh melebihi 6 mEq dalam periode 24 jam.
6. Tingkat koreksi di atas dapat dicapai dengan memberikan 1-2 mL / kg / jam atau 100 mL bolus 3% NaCl. Ulangi bolus ini dua hingga tiga kali sesuai kebutuhan. Dengan asumsi tidak ada ekskresi Na+ dalam urin, bolus 100 mL meningkatkan serum [Na+] sebesar 1 mEq.
7. Untuk menghindari koreksi yang berlebihan, ada baiknya untuk menghitung jumlah Na+ yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat yang diinginkan. Berikut adalah rumus yang bisa di gunakan untuk menghitung kebutuhan natrium :

Jumlah Na yang dibutuhkan = Total air tubuh x Na yang diinginkan - Na aktual

8. Perhatikan bahwa perhitungan ini didasarkan pada asumsi bahwa pasien tidak kehilangan Na+ dalam urin. Hal ini tidak mungkin dilakukan dalam pengobatan klinis kecuali jika pasien adalah anuri.
9. Oleh karena itu, ukur volume urin dan Na+ urin secara bersamaan dengan Na+ serum setiap 2 jam sampai gejala membaik. Ganti kehilangan Na+ urin dengan 3% atau 0,9% garam, sesuai kebutuhan, untuk mencapai target Na+.

Penatalaksanaan Hiponatremia Kronis

Pasien dengan hiponatremia kronis (> 48 jam) yang asimtomatik atau memiliki gejala ringan memiliki risiko lebih rendah dari edema serebral akibat hyponatremia. Namun, berisiko lebih besar mengalami demielinasi osmotik akibat koreksi yang terlalu cepat. Demielinisasi osmotik adalah kelainan neurologis berat yang ditandai dengan hemiplegia atau paraplegia, kelumpuhan pernapasan, koma atau bahkan kematian. Jika pasien memiliki gejala ringan sampai sedang, hiponatremia harus dikoreksi dengan salin 0,9% dengan kecepatan <0,5 mmol/L/jam hingga konsentrasi natrium maksimum 125 mmol/L selama 24 jam untuk menghindari risiko cedera neurologis akibat demielinasi osmotik.

Berikut ini perbandingan penatalaksanaan hiponatremia berdasarkan *United States Guideline* dan *European Guideline*

Tabel 5 Perbandingan Penatalaksanaan Hiponatremia berdasarkan United States dan European Guidline

Subject	United States Guideline	European Guideline
Acute or symptomatic hyponatremia	Severe symptoms: Bolus 3% NaCl (100 ml over 10 min × 3 as needed)	Severe symptoms: Bolus 3% NaCl (150 ml over 20 min 2–3 times as needed)
	Moderate symptoms: Continuous infusion 3% NaCl (0.5–2 ml/kg per h)	Moderate symptoms: Bolus 3% NaCl (150 ml 3% over 20 min once)
Chronic hyponatremia		
SIAD	Fluid restriction (first line)	Fluid restriction (first line)
	Demeclocycline, urea, or vaptan (second line)	Urea or loop diuretics + oral NaCl (second line)
		Do not recommend or recommend against vaptan[a]
		Recommend against lithium or demeclocycline
Hypovolemic hyponatremia	Isotonic saline	Isotonic saline or balanced crystalloid solution
Hypervolemic hyponatremia	Fluid restriction	Fluid restriction
	Vaptans[b]	Recommend against vaptan
Correction rates	Minimum: 4–8 mmol/L per d, 4–6 mmol/L per d (high risk of ODS)	No minimum
	Limits: 10–12 mmol/L per d, 8 mmol/L per d (high risk of ODS)	Limit: 10 mmol/L per d
Management of overcorrection	Baseline $S_{Na} \geq 120$ mmol/L: probably unnecessary	Start once limit is exceeded
	Baseline $S_{Na} < 120$ mmol/L: start relowering with electrolyte-free water or desmopressin after correction exceeds 6–8 mmol/L per d	Consult an expert to discuss infusion containing electrolyte-free water (10 ml/kg) with or without 2 μg desmopressin iv

[a] "Do not recommend" when $S_{Na} < 130$ mmol/L, "recommend against" when $S_{Na} < 125$ mmol/L.
[b] In liver cirrhosis, restrict to patients where potential benefit outweighs risk of worsened liver function.[9]

b) Hipernatremia

Hipernatremia didefinisikan sebagai serum atau plasma Natrium >145 mEq/L dan hiperosmolal (osmolalitas serum >295 mOsm/kg H2O) (Reddi et al., 2018).

Patofisiologi Hipernatremia

Hipernatremia secara teoritis dapat disebabkan oleh peningkatan natrium atau penurunan air. Tapi secara umum, pada orang yang normal dan sehat, peningkatan natrium menghasilkan peningkatan kompensasi ginjal dalam ekskresi natrium, sehingga mempertahankan homeostasis. Oleh karena itu, situasi yang mengubah keseimbangan air jauh lebih mungkin menyebabkan hipernatremia dibandingkan dengan peningkatan asupan natrium dari makanan. Asupan air yang tidak mencukupi dapat menyebabkan hipernatremia. Sebagai contoh, orang dewasa yang berusia lebih dari 65 tahun mengalami penurunan rasa haus dan mungkin tidak mengonsumsi cairan dalam jumlah yang cukup. Hipenatremia juga dapat terjadi akibat kehilangan air yang berlebihan. Kehilangan air non-ginjal kehilangan air dapat terlihat pada pasien yang demam, yang mengalami hiperventilasi, atau yang memiliki luka terbuka. Kondisi seperti diabetes insipidus atau SIADH juga merupakan penyebab potensial.

Hiperosmolalitas juga dapat menyebabkan hipernatremia. Hal ini terlihat pada kondisi dengan hiperglikemia (seperti diabetes mellitus yang tidak terkontrol atau peningkatan produksi urea (diet tinggi protein). (Nelms, 2020)

Pada individu yang sehat, ada dua mekanisme untuk mempertahankan diri dari hipernatremia yaitu (1) rasa haus, dan (2) ekskresi urin yang pekat. Peningkatan serum natrium dan hiperosmolalitas menciptakan rasa haus, dan asupan air menurunkan serum natrium ke tingkat normal Dengan mengeluarkan urin yang pekat, ginjal mencoba menghemat air. Dengan demikian, hipernatremia dan hiperosmolalitas dapat dicegah. (Reddi et al., 2018)

Hipernatremia berkembang ketika pasien:

1. Tidak dapat merasakan atau merespons rasa haus
2. Tidak memiliki akses ke air
3. Asupan garam
4. Ekskresi urin encer tanpa atau resistensi terhadap ADH

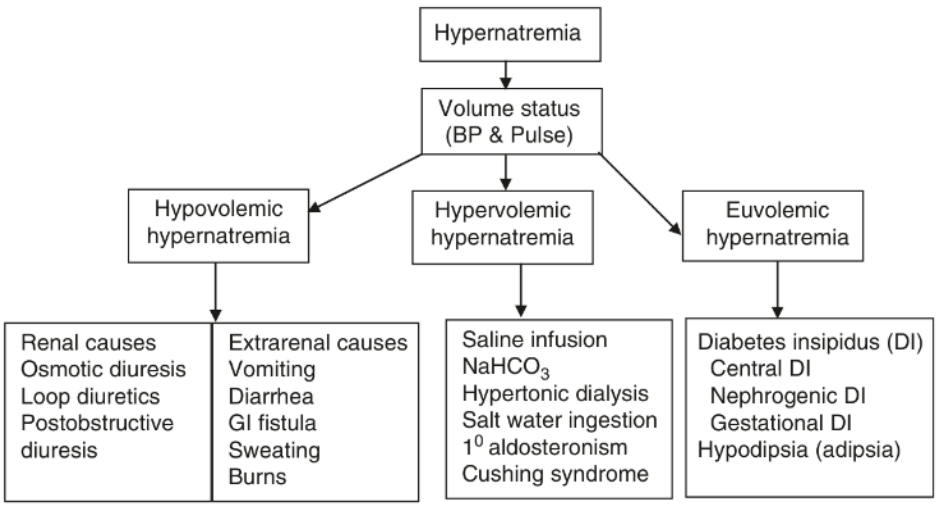
Pasien yang Berisiko Terkena Hipernatremia

1. Lansia
2. Anak-anak
3. Penderita diabetes dengan glukosa yang tidak terkontrol
4. Pasien dengan poliuria
5. Pasien yang dirawat di rumah sakit

Klasifikasi Hipernatremia

Berdasarkan status volume hipernatremia dibagi menjadi : (Reddi et al., 2018)

1. Hipernatremia hipovolemik (kehilangan air relatif lebih banyak daripada kehilangan Na+)
2. Hipernatremia hipervolemik (relatif lebih banyak Na+ daripada penambahan air)
3. Hipernatremia normovolemik (euvolemik) (kehilangan air dengan Na+ normal)



Gambar 3 - Klasifikasi dan Penyebab Hypernatremia

Manifestasi Klinis

- Sebagian besar bersifat neurologis akibat penyusutan otak dan robeknya pembuluh darah otak.
- Hipernatremia akut: mual, muntah, lesu, lekas marah, mudah tersinggung, dan lemah. Tanda dan gejala ini dapat berkembang menjadi kejang dan koma.
- Hipernatremia kronis (terjadi selama > 1-2 hari): tanda dan gejala neurologis yang lebih sedikit gejala neurologis yang lebih sedikit karena adaptasi otak; namun, kelemahan, nistagmus, dan sensorium.

Penanganan Hipernatremia adalah dengan koreksi penyebab yang mendasari seperti diare, hiperglikemia, penggunaan diuretik, hipokalemia, hiperkalsemia, dan infus garam atau manitol, harus diatasi dan diobati, jika memungkinkan.(Reddi et al., 2018)

Perhitungan Defisit Air menggunakan rumus berikut :

$$\text{Water deficit} = \text{Previous TBW} \times \left(\frac{\text{Actual}\left[Na^{+} \right]}{\text{Desired}\left[Na^{+} \right]} - 1 \right)$$

Penatalaksanaan Hipernatremi (Kamel & Halperin, 2017; Reddi et al., 2018)

- Pencegahan hipernatremia pada pasien yang dirawat di rumah sakit adalah penting, karena perkembangannya sebagian besar bersifat iatrogenik, yang diakibatkan oleh pemberian cairan yang tidak adekuat dan tidak tepat. pemberian cairan kepada pasien yang defisit airnya besar dan mekanisme rasa hausnya terganggu.
- Hipernatremia berkembang selama beberapa jam karena kelebihan garam atau setelah operasi hipotalamus-hipofisis dapat diperbaiki sepenuhnya dengan cairan yang tepat (cairan oral atau cairan infus D5W atau 0,225% garam) ke nilai awal tanpa menyebabkan edema serebral, karena akumulasi elektrolit (Na+, K+, dan Cl-) dikeluarkan dari sel-sel otak.

- Konsekuensi dari hipernatremia akut adalah penyusutan sel-sel otak dan perdarahan kranial.
- Laju koreksi adalah 1 mEq/jam.
- Administrasi volume mencakup jumlah defisit air dan kehilangan cairan yang sedang berlangsung

2.2.3 Gangguan Keseimbangan Kalium

Kalium adalah elemen dalam bentuk kation dalam tubuh manusia dengan nilai normal serum kalium dewasa adalah 3.5-5.0 mEq/L. Untuk mempertahankan kadar kalium, orang dewasa sehat harus memenuhi kebutuhan harian kalium sekitar 4700mg kalium/hari. Sebagian besar kalium diserap di saluran Gastroinestinal, dan diekskresikan melalui ginjal. (Nelms, 2020)

Tubuh berusaha untuk mempertahankan kadar kalium dalam kisaran yang sangat sempit. Kalium adalah kation intraseluler utama dan bertanggung jawab untuk pengaturan volume ICF, kondisi saraf, dan kontraksi semua jenis otot. Kelainan pada kalium sering mengancam jiwa, terutama karena perannya kalium dalam transmisi saraf dan kontraksi otot. Perubahan kecil dalam konsentrasi kalium ECF dapat mencerminkan kelainan yang signifikan dalam konsentrasi ICF Meskipun hanya sedikit kalium yang ditemukan dalam ECF, kalium sangat penting untuk fungsi neuromuskuler. Distribusi kalium dalam ECF dan ICF dipengaruhi oleh keseimbangan asam-basa dan sekresi hormon. (Nelms, 2020)

a) Hipokalemia

Hipokalemia ditemukan kira-kira pada 20% pasien yang dirawat inap.Ditandai dengan penurunan konsentrasi kalium < 3.5 mEq/L. Hipokalemi berat dan mengancam jiwa bila kadar < 2.5mEq/L. Hipokalemia duhubungkan dengan penyakit jantung, gagal ginjal, malnutrisi dan syok (Kardalas et al., 2018).

Patofisiologi Hipokalemia

Hipokalemia dapat diakibatkan oleh kurangnya asupan makanan kalium yang tidak memadai, peningkatan kehilangan dari saluran saluran usus (diare atau muntah), atau peningkatan ekskresi ginjal ekskresi kalium seperti dengan diuretik.

Hipokalemia juga diakibatkan oleh pergeseran kalium dari ECF ke ICF seperti yang terjadi pada alkalosis. Muntah, pengisapan nasogastrik, dan diare sering terjadi asal gastrointestinal dari hipokalemia. Kompensasi terkait dalam keseimbangan asam-basa berkontribusi terhadap hipokalemia. Sebagai contoh, kehilangan asam lambung melalui muntah dapat menyebabkan ke alkalosis metabolik. Alkalosis metabolik pada gilirannya meningkatkan ekskresi bikarbonat dalam tubulus distal. Peningkatan jumlah kalium diekskresikan bersama dengan bikarbonat; dengan demikian, hilang asam lambung dapat menyebabkan hipokalemia. Volume ECF menurun sebagai akibat dari kehilangan gastrointestinal selama muntah. Penurunan volume ini merangsang pelepasan aldosteron. Sementara aldosteron menyebabkan retensi natrium (dan peningkatan volume berikutnya), kalium ekskresi kalium meningkat sebagai konsekuensi sekunder.

Salah satu penyebab hipokalemia yang paling umum adalah penggunaan diuretik loop, yang menghasilkan ekskresi kalium ginjal. Obat-obatan seperti furosemid (misalnya, Lasix ™) menyebabkan peningkatan ekskresi urin dengan hilangnya kalium. Terapi nutrisi untuk orang-orang yang menerima diuretik loopakan mencakup edukasi tentang peningkatan asupan makanan kalium. Khususnya, licorice alami dan tembakau kunyah, jika tertelan, mengandung senyawa aldosteron yang juga akan merangsang peningkatan ekskresi kalium urin. Sindrom refeeding dapat menyebabkan hipokalemia karena tingkat kalium bergeser dari ECF ke ICF untuk mengakomodasi peningkatan metabolisme. Ketika seseorang yang kekurangan gizi mulai mendapatkan dukungan nutrisi, pasokan intraseluler dari elektrolit yang diperlukan untuk mendukung anabolisme mungkin tidak memadai. (Kardalas et al., 2018; Nelms, 2020).

Ciri Klinis Hipokalemia

Setiap sistem tubuh yang melibatkan otot dapat dipengaruhi oleh hipokalemia, yang mengakibatkan kelemahan otot dan berkurangnya refleks tendon dalam. Pada tingkat lanjut hipokalemia, pernapasan menjadi dangkal karena paru-paru yang buruk aksi otot. Di dalam sistem kardiovaskular, ritme perubahan dapat dicatat; jika tidak diobati, disritmia ini dapat menyebabkan henti jantung. Kalium serum normal adalah 3,5-5,5 mEq/L, dan hipokalemia didiagnosis ketika kadar serum turun di bawah 3,5 mEq/L. Namun, penting untuk diingat bahwa jika hipokalemia hasil dari pergeseran ECF-ICF, kadar serum mungkin tidak

mencerminkan tingkat kelainan elektrolit yang sebenarnya. Ketidakseimbangan asam-basa dapat dikonfirmasi dengan pH serum <7,45.(Tinawi, 2020)

Penanganan Hipokalemia

Pengobatan hipokalemia memiliki empat tujuan: (a) pengurangan kehilangan kalium, (b) pengisian kembali simpanan kalium (c) evaluasi potensi toksisitas dan (d) penentuan penyebabnya, untuk mencegah episode di masa depan, jika memungkinkan. Tujuan utama pengobatan adalah pengelolaan penyakit yang mendasari atau eliminasi dari faktor penyebab. Penghentian obat pencahar, gunakan diuretik yang netral kalium atau hemat kalium (jika terapi diuretik diperlukan, seperti pada gagal jantung), pengobatan diare atau muntah, penggunaan penghambat H2 pada pasien dengan nasogastrik dan kontrol yang efektif hiperglikemia, jika ada glikosuria, adalah beberapa tindakan ke arah ini.(Kardalas et al., 2018)

Tabel 6 Penanganan Hipokalemia (Kardalas et al., 2018)

Hypokalemia	Treatment	Comments
Mild (3.0–3.4 mEq/L)	Potassium tablets (72 mmol/day) or i.v. potassium infusion 25 mL (75 mmol/day)	• Usually asymptomatic • Monitor potassium levels daily and adjust treatment accordingly • Consider i.v. potassium if patient cannot tolerate oral potassium
Moderate (2.5–2.9 mEq/L)	Potassium tablets (96 mmol/day) or i.v. potassium infusion 25 mL (100 mmol/day)	• No or minor symptoms • Monitor potassium levels daily and adjust treatment accordingly • Consider i.v. potassium if patient cannot tolerate oral potassium
Severe (<2.5 mEq/L or symptomatic)	Intravenous replacement 40 mmol KCl in 1 L 0.9% NaCl (glucose 5% may be used)	• Standard infusion rate: 10 mmol/h • Maximum infusion rate: 20 mmol/h • Check magnesium levels (reported automatically if K<2.8 mEq/L) • If patient hypomagnesemic: initially give 4 mL $MgSO_4$ 50% (8 mmol) diluted in 10 mL of NaCl 0.9% over 20 min, then start first 40 mmol KCl infusion, followed by magnesium replacement

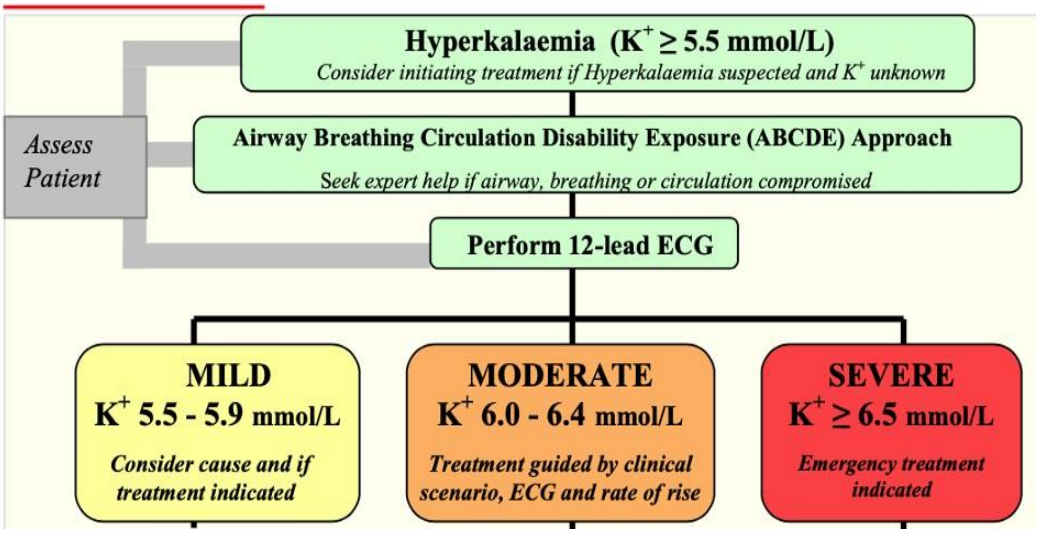
Perhitungan Defisit Kalium

Untuk perhitungan kebutuhan kalium bisa menggunakan rumus berikut : (Salam, 2016)

Defisit Kalium (mEq total) = (K serum yang diinginkan [mEq/liter] – K serum yang diukur) x 0,25 x BB (kg)

b) Hiperkalemia

Hiperkalemia adalah kondisi medis yang ditandai oleh peningkatan kadar kalium dalam darah melebihi batas normal. Normalnya, kadar kalium dalam darah berkisar antara 3,5 hingga 5,0 milimol per liter (mmol/L). Peningkatan kadar kalium di atas 5,5 mmol/L dapat dianggap sebagai hiperkalemia. (Clase et al., 2020; Viera & Wouk, 2015).



Gambar 4 Klasifikasi Hiperkalemia

Penyebab paling umum dari hiperkalemia adalah ekskresi kalium yang tidak memadai, yang umumnya diamati pada gagal ginjal. Penggunaan hemat kalium yang berlebihan diuretik seperti Aldosteron juga dapat menyebabkan tidak memadainya ekskresi kalium. Penyebab potensial lainnya dapat berasal dari kehilangan cairan yang terkait dengan trauma dan luka bakar serta dengan asidosis. Pergeseran kalium dari ICF ke ECF dapat mengakibatkan dalam hiperkalemia. Banyak situasi klinis yang dapat menyebabkan hal ini pergeseran. Peningkatan konsentrasi kalium dalam ECF dapat terjadi ketika hemolisis sel darah merah meningkat, selama leukositosis atau trombositosis, dan ketika sel tidak mampu untuk secara aktif mengangkut kalium melintasi membran mereka karena karena peningkatan glukosa darah yang diakibatkan oleh produksi insulin yang tidak memadai. Katabolisme dan olahraga berat meningkatkan kalium serum. Asidosis juga menyebabkan hiperkalemia: Ketika ion hidrogen diekskresikan untuk memperbaiki asidosis, ion kalium dipertahankan. (Clase et al., 2020; Viera & Wouk, 2015)

Meskipun jarang terjadi hiperkalemia yang diakibatkan oleh konsumsi pengganti garam yang mengandung kalium, terutama jika pasien tidak memiliki fungsi ginjal yang normal. (Pengganti garam terdiri dari terdiri dari kalium klorida [KCl], sedangkan garam terdiri dari natrium klorida [NaCl]). Hiperkalemia juga dapat disebabkan oleh transfusi darah atau pemberian kalium dalam jumlah yang berlebihan yaitu kalium dalam larutan intravena. Etiology hiperkalemia di rangkum dalam tabel (Kee, 2010)

Tabel 7 Etiologi Hiperkalemia(Kee, 2010)

Etiologi	Penjelasan
Asupan Kalium yang berlebihan Kalium oral Suplemen dan pengganti garam Infus kalium IV	Tingkat konsumsi kalium yang lebih besar daripada ekskresi meningkatkan level serum kalium
Penurunan Fungsi Ginjal Acute renal failure Chronic renal failure	Karena kalium di ekskresi melalui urine, kondisi anuria dan oligouria menyebabkan kalium meningkat di plasma
Keseimbangan Asam Basa Metabolik Asidosis	Pada keadaan asidosis, ion hidrogen berpindah ke cell dan kalium berpindah keluar cell, sehingga meningkatkan level serum kalium
Tranfusi darah yang disimpan 1-3 minggu	Pada kantong darah yang lama disimpan, terjadi hemolysis dan potasium dalam cell dilepas ke ECF
Defisiensi Hormon Addison's Disease	Berkurangnya sekresi dari hormon adrenocortical menyebabkan retensi potasium dan kehilangan sodium.
Pseudohyperkalemia Hemolysis Pemakaian Tourniket, Phlebotomy	Ketika terjadi hemolysis, rupturnya eritrosit melepaskan kalium ke ECF Pemakaian tourniket yang terlalu ketat atau pengambilan darah yang

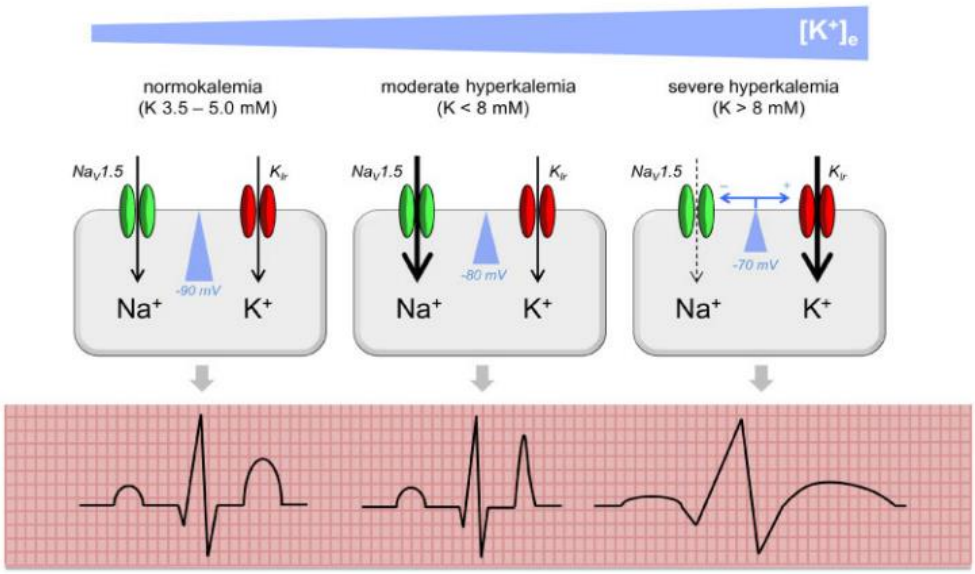
	terlalu cepat dengan menggunakan jarum kecil bisa menyebabkan peningkatan level potasiun pada sampel darah
Obat- obatan	
Diuretik hemat kalium ACE inhibitor, Beta blockers	Terjadinya defisiensi aldosterone menyebabkan retensi kalium Mempengaruhi balans kalium
Severe traumatik injuri	Kerusakan sel meningkatkan kehilangan kalium akibat breakdown cell. Eksresi kalium lebih besar dibandingkan reabsorbsi kalium, sehigga kalium menumpuk di plasma.

Gambaran Klinis

Tanda dan gejala adalah hasil dari efek neuromuskuler dari perubahan kadar kalium. Secara bertahap peningkatan kadar kalium, seperti pada penyakit ginjal kronis, lebih baik ditoleransi daripada kenaikan cepat dalam kadar kalium yang mengarah ke gejala yang berpotensi fatal.

Kelemahan otot, kelumpuhan, parestesia, dan jantung disritmia adalah konsekuensi dari inaktivasi listrik transmisi listrik melintasi membran sel dan gangguan dari polarisasi normal. Hiperkalemia yang parah, seperti hipokalemia, dapat menyebabkan henti jantung. Efek toksik dari hiperkalemia ditingkatkan dengan adanya ketidakseimbangan elektrolit lainnya seperti hipokalsemia atau hiponatremia dan ketidakseimbangan asam-basa. Gejala lain yang lebih ringan termasuk mual dan diare. Kadar kalium serum >5,5 mEq/L menandakan hiperkalemia. Diagnosis lebih lanjut dapat dilakukan dengan elektrokardiogram (EKG). (Misra, U.K. and Kalita, J., 2021; Reddi et al., 2018)

Berikut adalah contoh gambaran EKG pada pasien dengan hiperkalemi.(Hunter & Bailey, 2019)



Gambar 5 - Gambaran EKG pada Hiperkalemia (Hunter & Bailey, 2019)

Gambaran EKG pada hiperkalemia:

- 5.5-6.5 mEq/L: Tall peaked T waves
- 6.5-7.5 mEq/L: Loss of P waves
- 7.0-8.0 mEq/L: Widening of QRS complexes
- 8.0-10.0 mEq/L: Sine wave, ventricular arrhythmias, asystole

Penanganan Hiperkalemia

Seperti halnya kelainan elektrolit lainnya, pengobatan dari penyebab yang mendasari sangat penting dalam memperbaiki hiperkalemia. Pada awalnya, penting untuk memeriksa lisis sel darah merah dan pengambilan darah yang tepat untuk memastikan bahwa ini adalah serum yang dapat diandalkan tingkat kalium. Dalam keadaan darurat jangka pendek, kalsium glasial atau natrium bikarbonat dapat diberikan secara intravena untuk mengurangi kelainan pada sel jantung yang dapat menyebabkan henti jantung. Selain itu, glukosa dan insulin dapat digunakan untuk memindahkan kalium dari ECF ke ICF. Koreksi ketidakseimbangan asam-basa juga mengakibatkan perpindahan kalium ke dalam ICF. Resin penukar kation seperti Kayexalate (natrium polistiren sulfonat) dapat diberikan untuk memungkinkan pertukaran natrium dengan kalium di usus besar.

Untuk pengobatan jangka panjang hiperkalemia yang disebabkan oleh gagal ginjal pada penyakit ginjal kronis, dialisis dan diet rendah kalium adalah intervensi utama. dan diet ketat kalium merupakan intervensi utama. Hal ini juga penting untuk mencegah malnutrisi melalui dukungan nutrisi yang memadai.(Hunter & Bailey, 2019; Viera & Wouk, 2015)

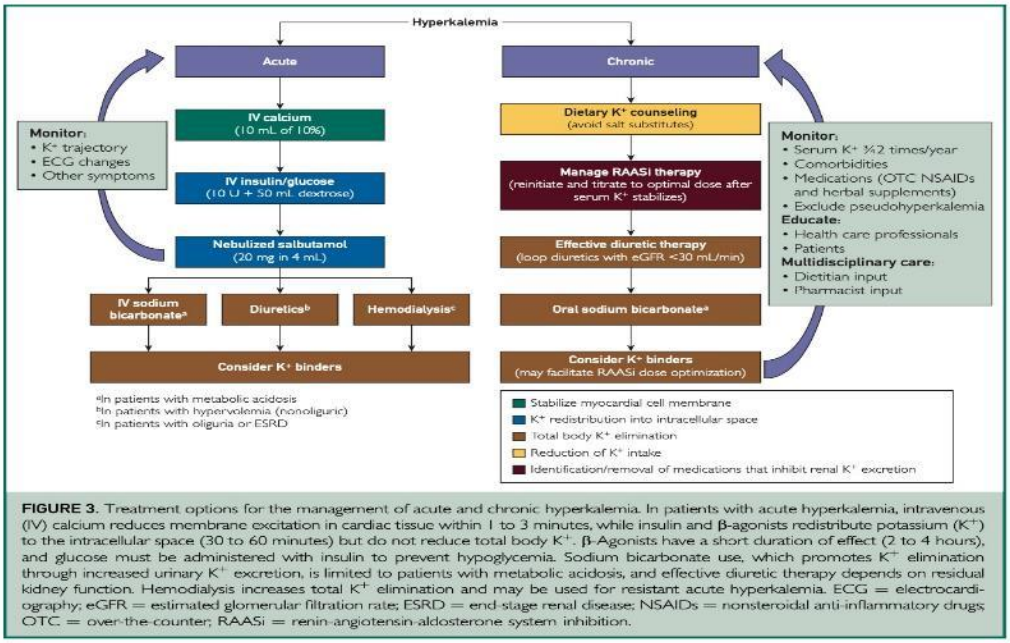


FIGURE 3. Treatment options for the management of acute and chronic hyperkalemia. In patients with acute hyperkalemia, intravenous (IV) calcium reduces membrane excitation in cardiac tissue within 1 to 3 minutes, while insulin and β-agonists redistribute potassium (K^+) to the intracellular space (30 to 60 minutes) but do not reduce total body K^+. β-Agonists have a short duration of effect (2 to 4 hours), and glucose must be administered with insulin to prevent hypoglycemia. Sodium bicarbonate use, which promotes K^+ elimination through increased urinary K^+ excretion, is limited to patients with metabolic acidosis, and effective diuretic therapy depends on residual kidney function. Hemodialysis increases total K^+ elimination and may be used for resistant acute hyperkalemia. ECG = electrocardiography; eGFR = estimated glomerular filtration rate; ESRD = end-stage renal disease; NSAIDs = nonsteroidal anti-inflammatory drugs; OTC = over-the-counter; RAASi = renin-angiotensin-aldosterone system inhibition.

Gambar 6 Penanganan Hiperkalemia Akut dan Kronis

2.4 Pemanfaatan *Aplikasi Digital* dalam bidang medis

Dalam era digital saat ini, teknologi telah menjadi bagian integral dari berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang besar untuk peningkatan kualitas layanan kesehatan. Salah satu inovasi signifikan adalah penggunaan aplikasi digital medis yang mencakup berbagai alat perhitungan dan alat bantu keputusan klinis.

Kalkulator klinis banyak digunakan dalam praktik klinis modern, Salah satu alasan meluasnya penggunaan kalkulator klinis adalah meningkatnya kemudahan aksesibilitas ke komputer, termasuk desktop, laptop, ponsel cerdas, dan komputer tablet / genggam. Alasan potensial lainnya termasuk:

ketergantungan praktik berbasis bukti kedokteran pada metrik kuantitatif untuk memandu pengambilan keputusan.(Dziadzko et al., 2016)

Penggunaan aplikasi medis diharapkan membantu klinisi dalam melakukan pelayanan kesehatan,banyaknya perhitungan medis dalam praktik klinis memakan waktu pelayanan dan rentan terhadap kesalahan di lingkungan klinik yang sibuk dan penuh tekanan sehingga penggunaan aplikasi perhitungan digital diharapkan mampu membantu klinis dalam memberikan pelayanan yang optimal.

2.4.1 Penggunaan Aplikasi Digital Medis dalam praktis klinis

Penggunaan aplikasi pada smartphone dengan cepat diadopsi ke dalam bidang medis. Salah satu penggunaan aplikasi yang penting adalah untuk membantu diagnosis, prognosis, dan perawatan kondisi medis. Aplikasi dapat membantu diagnosis dengan memberikan referensi ke sistem penskalaan, seperti penskalaan tingkat keparahan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), atau dapat memberikan akses cepat ke algoritme yang dipublikasikan dalam pengambilan keputusan. Fungsi referensi atau pendukung keputusan yang melakukan perhitungan minimal ini biasanya dianggap memiliki risiko rendah untuk menyebabkan kesalahan. (Sezgin, 2023)

Kalkulator medis atau kalkulator klinis adalah program perangkat lunak untuk menghitung berbagai skor dan indeks klinis seperti indeks massa tubuh (BMI), luas permukaan tubuh (BSA), risiko penyakit jantung koroner, dosis obat individual, dll. Biasanya penghitungan skor atau indeks klinis melibatkan rumus yang rumit dengan menggunakan beberapa parameter input. Kalkulator klinis biasanya menyediakan *user interface* untuk memasukkan parameter dan menghitung skor menggunakan rumus standar. Pengguna tidak perlu menggunakan rumus yang sebenarnya untuk menghitung skor atau indeks klinis. (Mosa et al., 2012)

Semakin banyak sistem penilaian klinis yang dapat mencakup perhitungan, seperti menentukan tingkat keparahan penyakit hati (Model untuk Penyakit Hati Tahap Akhir, MELD), kemungkinan kemungkinan memiliki emboli paru (Skor Wells untuk Emboli Paru), dan stratifikasi risiko pada sindrom koroner akut (trombolisis pada infark miokard, TIMI, skor untuk infark miokard elevasi non-ST, NSTEMI). Aplikasi ponsel pintar dapat mempermudah penghitungan ini skor ini lebih mudah

dengan memberikan informasi dengan cepat setelah melakukan penghitungan menggunakan data spesifik pasien. Aplikasi medis adalah salah satu aplikasi yang paling banyak digunakan oleh dokter, dan sering digunakan beberapa kali per hari. Berikut adalah beberapa contoh aplikasi medis yang sering di gunakan oleh tenaga kesehatan.

Application	Version (price)	Platforms	Description	Functions
EpocratesMedMath URL27[11, 43, 47]	3.18 (free)	Palm OS, WindowsMobile, iOS,BlackBerry, Android	A medical calculator applicationthat is part of Epocrates Rx andavailable for free.	Provides useful medical formula calculatorincluding pregnancy wheel, and basalenergy expenditure etc.
MedCalc URL28[11, 42, 43, 55]	2.3 ($0.99)	iOS	An application that providesmedical formula calculator.	More than 200 medical formulas, scores,scales, and classifications, detailed informationand bibliographic references for each formula,support for U.S. and SI[e] units, search forequations by name or keywords, customizablelist of favorite equation.
MedicalCalculator URL29[26, 41]	1.9 ($0.99)	iOS	An application that computeuseful medical formulas andequations.	Includes common formulas and equations,supports U.S. and SI[e] units.
Calculate URL30[26]	1.3 (free)	iOS, BlackBerry,Android	A medical formula/equationcalculator and decision supporttool.	Supports SI[e] and imperial units, detailedreferences with PubMed integration, navigatecalculators by specialty.
Archimedes URL31[16, 39]	(free)	Android, BlackBerry,iOS, Palm OS,Windows Mobile	Smartphone version ofArchimedes online medicalcalculator.	This application includes more than 150commonly used medical formulas, calculatorselection through multiple indexes, useconventional (U.S.) or SI[e] units, and formuladetails and explanations.
uBurn Lite URL32[56]	3.1.2 (free)	iOS	An application to calculate percentburn of body surface area.	Calculate percent burn of body surface areafor adult and children, and parkland formula.
Softforce's AntobioticDosage Calculator URL33[39]	1.2($1.99)	iOS	A drug dosage calculator forthe treatment of patients withrenal failure.	Calculation based on cockroft-gault formula,dosage required for a particular drug, anddosage adjustment.
Paeds ED URL34[41]	1.0.7 (free)	iOS	A drug dosage calculator tobe used by the Pediatrician.	Use guesstimate formula to calculate weightof children from their age in years, calculatecorrect doses of various drugs based onchildren's weight.

Gambar 7 Aplikasi Perhitungan Medis (Mosa et al., 2012)

Proses pengambilan keputusan klinis yang berdasarkan pendekatan algoritmik memastikan standar perawatan yang sesuai untuk suatu masalah klinis. Pendekatan ini telah terbukti bermanfaat di berbagai bidang kedokteran. Penerapan pendekatan ini dalam proses pengambilan keputusan klinis melibatkan penggunaan dataset komputerisasi besar dan telah mengarah pada pengembangan, pengenalan, dan pemanfaatan kalkulator klinis. Kalkulator klinis perangkat keras, seperti laju filtrasi glomerulus dan luas permukaan tubuh, masih digunakan oleh klinisi. Kalkulator klinis perangkat lunak hadir sebagai perangkat lunak mandiri, aplikasi perangkat seluler, dan perangkat lunak berbasis EHR (Electronic Health Record).(Dziadzko et al., 2016)

Penggunaan perangkat seluler yang meluas telah menciptakan peluang bisnis untuk aplikasi kesehatan dan menghasilkan minat akademis yang meningkat terhadap teknologi ini. Penggunaan smartphone oleh klinisi dengan alat pendukung keputusan dan kalkulator telah terbukti meningkatkan proses pengambilan keputusan klinis. Pilihan kalkulator harus didasarkan pada relevansi klinisnya—alat yang tepat untuk orang yang tepat dalam konteks yang tepat. (Dziadzko et al., 2016)

Aplikasi penghitungan medis dapat berupa dianggap memiliki kompleksitas yang lebih tinggi karena tidak hanya menyajikan informasi yang telah dipublikasikan sebelumnya, tetapi dapat melakukan perhitungan yang rumit berdasarkan masukan dari pengguna sehingga bisa meningkatkan risiko kesalahan. Sangat penting bahwa aplikasi yang digunakan dalam pengaturan klinis harus akurat karena hasil penilaian dapat memengaruhi keputusan klinisi. Sehingga sebelum suatu aplikasi di gunakan secara luas diperlukan suatu uji validitas untuk memastikan aplikasi ini akurat dalam melakukan perhitungan medis. (Bierbrier et al., 2014).

Salah satu contoh aplikasi perhitungan medis yang sering digunakan oleh dokter penyakit dalam adalah *medcalc* dan *calculate by QxMD* yang memiliki berbagai macam fitur perhitungan medis termasuk perhitungan cairan dan kebutuhan elektrolit.

BAB III
KERANGKA PENELITIAN