

Laporan Kasus: Terapi Nutrisi Enteral pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis Eksaserbasi Akut dengan Diabetes dan Pneumonia

Case Report: Enteral Nutrition Therapy in Patients with Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Diabetes, and Pneumonia

Nur Aida Agustina^{1*}, Ria Ambarwati², dan Mohammad Jaelani²

¹Program Studi Pendidikan Profesi Dietisien, Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Semarang, Semarang 50192, Jawa Tengah, Indonesia

²Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Semarang, Semarang 50192, Jawa Tengah, Indonesia

*Penulis koresponden: nuraidaagustina0801@gmail.com

Diterima: 16 Oktober 2025

Direvisi: 31 Agustus 2026

Disetujui: 28 September 2026

ABSTRACT

Acute exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease with type 2 respiratory failure accompanied by diabetes mellitus and pneumonia represents a critical condition requiring adequate enteral nutrition therapy to meet metabolic demands, control blood glucose levels, and reduce respiratory workload. This case report aims to describe the standardized nutrition care process and evaluate the clinical, biochemical, and respiratory responses of the patient during intensive care in the Intensive Care Unit (ICU). The subject was a 56-year-old female admitted to the ICU supported by a mechanical ventilator. Initial assessment results showed severe hyperglycemia (random blood glucose 453 mg/dL and HbA1c 8.97%), respiratory acidosis with metabolic compensation (pH 7.193 and pCO₂ 82 mmHg), leukocytosis (13.18 thousand/ μ L), and radiographic findings of pneumonia on chest X-ray. Based on the 24-hour enteral food recall results, the patient experienced deficits in energy intake of 61%, protein 47%, fat 46.6%, and carbohydrates 82.5% of total requirements. The nutrition diagnoses established were inadequate energy and protein intake (NI-5.2) and altered laboratory values related to carbohydrates and respiratory function (NC-2.2). The nutritional intervention used a diabetes-specific formula on day 1, then continued with a different diabetes-specific formula from day 2 to day 7, and returned to the initial formula from day 8 to day 9. This diabetic formula contains high protein and low carbohydrate. Enteral nutrition was administered via a nasogastric tube with the volume increased gradually starting from 180 cc/4 hours. Monitoring results showed that the fulfillment of energy and protein intake increased approaching 100% of requirements from day 5 onwards. A favorable trend of improvement in clinical and laboratory parameters was observed, marked by a decrease in blood glucose to 226 mg/dL, improvement in arterial blood gas analysis with pCO₂ decreasing to 54 mmHg and pH normalizing to 7.471, and successful weaning from mechanical ventilation. In conclusion, enteral nutrition therapy based on a high-protein diabetes-specific formula integrated with intensive medical care plays an important role in supporting intake adequacy, glycemic control, and respiratory recovery in critically ill patients.

Keywords: *chronic obstructive pulmonary disease; diabetes mellitus; enteral nutrition; high protein; low carbohydrate*

ABSTRAK

Penyakit Paru Obstruktif Kronis eksaserbasi akut dengan gagal napas tipe 2 yang disertai diabetes melitus dan pneumonia merupakan kondisi kritis yang memerlukan tata laksana terapi gizi enteral adekuat guna memenuhi kebutuhan metabolik, mengendalikan kadar glukosa darah, dan mengurangi beban kerja pernapasan. Laporan kasus ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses asuhan gizi terstandar serta mengevaluasi respons klinis, biokimia dan status respirasi pasien selama perawatan intensif di *Intensive Care Unit* (ICU). Subjek adalah seorang perempuan berusia 56 tahun yang dirawat di ICU dengan bantuan ventilator mekanik. Hasil asesmen awal menunjukkan hiperglikemia berat (GDS 453 mg/dL dan HbA1c 8,97%), asidosis respiratorik dengan kompensasi metabolik (pH 7,193 dan pCO₂ 82 mmHg), leukositosis (13,18 ribu/ μ L), serta gambaran pneumonia pada pemeriksaan rontgen toraks. Hasil *food recall* 24 jam melalui enteral, pasien mengalami defisit asupan energi sebesar 61%, protein 47%, lemak 46,6%, dan karbohidrat 82,5% dari kebutuhan. Diagnosis gizi yang ditegakkan adalah asupan energi dan protein tidak adekuat (NI-5.2) dan perubahan nilai

laboratorium terkait karbohidrat dan fungsi respirasi (NC-2.2). Intervensi gizi yang diberikan menggunakan formula diabetes spesifik pada hari ke-1, kemudian dilanjutkan dengan formula diabetes spesifik lain pada hari ke-2 sampai hari ke-7, dan kembali ke formula awal pada hari ke-8 hingga ke-9. Formula diabetes spesifik ini memiliki kandungan tinggi protein dan rendah karbohidrat. Makanan enteral diberikan melalui *nasogastric tube*. Jumlah pemberian diberikan secara bertahap mulai dari 180 cc/4 jam. Hasil pemantauan menunjukkan pemenuhan asupan energi dan protein meningkat mendekati 100% kebutuhan sejak hari ke-5. Terjadi tren perbaikan parameter klinis dan laboratorium yang ditandai dengan penurunan kadar GDS menjadi 226 mg/dL, perbaikan analisis gas darah pCO₂ turun menjadi 54 mmHg dan pH mendekati normal 7,471, serta keberhasilan proses *weaning* ventilator mekanik. Kesimpulannya, terapi nutrisi enteral berbasis formula khusus diabetes tinggi protein yang terintegrasi dengan tata laksana medis intensif berperan penting dalam mendukung pemenuhan asupan, kendali glikemik, dan pemulihan respirasi pasien kritis.

Kata kunci: diabetes melitus; nutrisi enteral; penyakit paru obstruktif kronis; tinggi karbohidrat; tinggi protein

PENDAHULUAN

Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) merupakan masalah kesehatan global yang menjadi penyebab morbiditas dan mortalitas utama. Kondisi ini sering kali mengalami eksaserbasi akut, yaitu episode memburuknya gejala pernapasan yang secara signifikan mempengaruhi kualitas hidup dan sering kali memerlukan rawat inap. Pasien dengan eksaserbasi PPOK yang parah dapat mengalami gagal napas tipe 2, suatu kondisi yang ditandai dengan ketidakmampuan paru-paru untuk secara efektif mengeluarkan karbon dioksida. Kegagalan ini sering membutuhkan dukungan ventilasi mekanik di *Intensive Care Unit* (ICU) untuk menjaga pertukaran gas yang memadai dan mencegah komplikasi lebih lanjut. Intervensi dini dan komprehensif, termasuk dukungan gizi, sangat penting untuk meningkatkan prognosis pasien dalam kondisi ini. Kondisi tersebut juga dapat diperburuk oleh komplikasi infeksi, seperti pneumonia bakterialis, yang meningkatkan morbiditas dan mortalitas. Status gizi memiliki peran penting dalam keberhasilan terapi pasien PPOK di ICU, karena malnutrisi dapat memperburuk fungsi imun, menghambat penyembuhan, serta memperpanjang lama rawat dan waktu lepas ventilator (Vestbo *et al.* 2013).

Pasien PPOK dan pasien kritis berisiko mengalami penurunan massa otot akibat inflamasi sistemik, imobilisasi, asupan yang tidak adekuat, serta peningkatan katabolisme protein. Kehilangan massa dan kekuatan otot, termasuk otot diafragma, dapat menurunkan kemampuan ventilasi spontan dan menghambat proses *weaning* dari ventilator mekanik. Pemberian protein yang adekuat diperlukan untuk mempertahankan massa otot, mendukung sintesis protein, memperbaiki fungsi otot respirasi, serta membantu proses pemulihan selama perawatan intensif. Namun, pemberian protein harus dilakukan secara individual dan bertahap dengan mempertimbangkan fase penyakit, fungsi organ, toleransi saluran cerna, serta kondisi metabolik pasien. Bukti mengenai manfaat pemberian tinggi protein pada pasien dengan ventilator mekanik masih beragam. Beberapa penelitian menunjukkan hubungan antara asupan protein yang lebih tinggi dan keberhasilan *weaning*, sedangkan penelitian lain belum menemukan manfaat klinis yang konsisten. Dengan demikian, strategi pemberian protein perlu disertai pemantauan ketat dan tidak dapat dipisahkan dari tata laksana medis secara keseluruhan (Chang *et al.* 2024; Hartl *et al.* 2024; Lo *et al.* 2022).

Pada pasien PPOK dengan gagal napas hiperkapnik, komposisi makronutrien sangat memengaruhi produksi karbon dioksida (CO₂). Karbohidrat memiliki *respiratory quotient* (RQ) sekitar 1,0 yang menghasilkan CO₂ lebih tinggi dibandingkan lemak (RQ±0,7), sehingga asupan karbohidrat tinggi berpotensi meningkatkan beban ventilasi pada pasien tertentu (Al-Saady *et al.* 1989; Kuo *et al.* 1993).

Pasien dengan Diabetes Mellitus tipe 2 (DM tipe 2) yang dirawat di ICU, pemberian karbohidrat sederhana dalam jumlah tinggi dapat memperburuk stres hiperglikemia dan luaran klinis. Pedoman manajemen gizi merekomendasikan penggunaan formula khusus diabetes dengan karbohidrat sederhana dan indeks glikemik lebih rendah, disertai pemantauan insulin yang ketat (McClave *et al.* 2016; Umpierrez *et al.* 2024).

Selain itu, pneumonia bakterialis pada pasien yang menggunakan ventilator meningkatkan risiko terjadinya komplikasi seperti *ventilator-associated pneumonia* (VAP). Pedoman ESPEN (*The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*) menganjurkan pemberian nutrisi enteral dini dengan mempertimbangkan rute pemberian untuk mengurangi risiko aspirasi, serta menyesuaikan densitas energi dan komposisi makronutrien dengan status respirasi dan metabolik pasien agar mendukung penyembuhan tanpa memperberat beban pernapasan (Mehta *et al.* 2012; Singer *et al.* 2019).

Laporan kasus mengenai terapi nutrisi enteral pada pasien PPOK masih lebih banyak membahas aspek umum dukungan gizi atau pasien PPOK tanpa kombinasi komorbiditas yang kompleks. Berdasarkan

penelusuran literatur yang dilakukan, belum ditemukan laporan kasus yang secara khusus menggambarkan penerapan formula diabetes spesifik dengan kandungan tinggi protein dan rendah karbohidrat pada pasien PPOK eksaserbasi akut dengan gagal napas tipe 2 yang disertai diabetes melitus dan pneumonia, sekaligus mengevaluasi perubahan asupan, kadar glukosa darah, dan proses *weaning* ventilator mekanik.

Oleh karena itu, laporan kasus ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan proses asuhan gizi terstandar melalui pemberian nutrisi enteral bertahap menggunakan formula diabetes spesifik dengan kandungan tinggi protein dan rendah karbohidrat pada pasien PPOK eksaserbasi akut dengan gagal napas tipe 2, diabetes melitus, dan pneumonia. Laporan ini juga bertujuan untuk mengevaluasi perubahan asupan energi dan protein, kontrol glikemik, parameter analisis gas darah, kondisi klinis, serta perkembangan proses *weaning* ventilator selama perawatan di ICU. Kasus ini penting dipublikasikan karena menggambarkan tantangan pemilihan dan pemberian terapi gizi pada pasien dengan interaksi kompleks antara gangguan respirasi, hiperkapnia, hiperglikemia, infeksi, dan risiko kehilangan massa otot. Informasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi tenaga kesehatan dalam merancang intervensi gizi individual, bertahap, dan terintegrasi pada pasien kritis dengan komorbiditas serupa.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Artikel ini merupakan *case report* yang melaporkan proses asuhan gizi pada seorang pasien perempuan berusia 56 tahun dengan diagnosis PPOK eksaserbasi akut dengan gagal napas tipe 2 yang disertai diabetes melitus dan pneumonia. Pasien masuk rumah sakit pada tanggal 21 April 2025 dan dirawat di ICU. Skrining serta pengumpulan data awal diperoleh dari rekam medis sejak pasien masuk rumah sakit. Asesmen gizi, penetapan diagnosis gizi, dan penyusunan rencana intervensi gizi dilakukan pada tanggal 23 April 2025. Kasus diperoleh dari sebuah rumah sakit tipe C dan dilakukan proses asuhan gizi pada tanggal 23 April 2025. Hari pertama dilakukan asesmen gizi, perumusan diagnosis gizi, dan pembuatan rencana asuhan gizi. Selanjutnya, dilakukan intervensi gizi serta monitoring dan evaluasi terhadap asupan, kondisi klinis, dan parameter biokimia selama pasien dirawat di ICU. Proses asuhan gizi yang dilaporkan dalam artikel ini merupakan bagian dari pelayanan klinis rutin di rumah sakit dan dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku, dengan persetujuan dari pasien dan keluarga serta instruktur klinis ahli gizi rumah sakit. Seluruh data identitas pasien tidak dicantumkan untuk menjaga kerahasiaan.

Jenis dan cara pengambilan subjek

Subjek dalam laporan kasus ini adalah seorang pasien perempuan berusia 56 tahun yang dirawat di ICU sebuah rumah sakit tipe C dengan kondisi kritis. Pasien memiliki diagnosis medis penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) eksaserbasi akut derajat berat, gagal napas tipe 2 dengan diabetes melitus dan pneumonia bakterialis, serta menjalani perawatan di ICU selama lebih dari 3 hari.

Jenis dan cara pengumpulan data

Data primer yang diperoleh meliputi hasil asesmen gizi menggunakan formulir asuhan gizi terstandar rumah sakit, perjalanan penyakit, riwayat personal, riwayat diet, kebiasaan konsumsi makanan, data antropometri, dan data fisik/klinis pasien. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, *food recall* 24 jam, pengukuran, dan pengamatan secara langsung oleh penulis. Skrining dilakukan menggunakan *Malnutrition Screening Tools* (MST) oleh penulis sebagai bagian dari proses asuhan gizi.

Data sekunder berupa identitas pasien, terapi medis, catatan perkembangan pasien terintegrasi, data biokimia, dan tanda-tanda vital pasien yang dikumpulkan melalui rekam medis.

Pengolahan dan analisis data

Proses asuhan gizi diawali dengan validasi skrining gizi, lalu tahapan asuhan gizi yang meliputi asesmen gizi, diagnosis gizi, intervensi gizi, monitoring dan evaluasi gizi yang mengacu pada *Nutrition Care Process Terminology* (NCPT). Penentuan kebutuhan energi dan zat gizi mengacu pada pedoman *The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN). Data yang didapatkan kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan asupan energi dan zat gizi, kadar glukosa darah, parameter analisis gas darah, serta parameter klinis antara kondisi awal dan selama intervensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kasus. Pasien adalah seorang perempuan berusia 56 tahun yang masuk rumah sakit pada tanggal 21 April 2025. Pasien datang dengan keluhan sesak napas sejak 2 hari yang lalu, sesak memberat sejak tadi malam

(21/4/2025). Batuk berdahak dan demam sejak 1 minggu yang lalu. Nyeri dada (+). Diagnosis medis saat MRS yang diberikan yaitu *Impending* gagal napas dyspneu ec bronkopneumonia et edema pulmo dd PPOK, Hiperglikemia. Pasien memiliki riwayat penyakit hipertensi sejak 4 tahun sebelum masuk rumah sakit, dengan riwayat pengobatan kurang teratur. Pasien tinggal bersama anaknya.

Asesmen Gizi. Skrining gizi yang yang digunakan yaitu *Malnutrition Screening Tools* (MST) untuk mengetahui risiko terjadinya malnutrisi. Berdasarkan hasil skrining gizi, pasien mendapatkan skor 2 dengan kondisi khusus berupa pneumonia berat, PPOK, dan diabetes melitus, sehingga pasien berisiko mengalami malnutrisi dan memerlukan pengkajian lanjut oleh ahli gizi. Pengukuran antropometri yang dilakukan dengan mengukur lingkaran atas (LILA) dan panjang ulna. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan LILA sebesar 28 cm, dan panjang ulna 21,5 cm. Berdasarkan pengukuran LILA didapatkan nilai berat badan estimasi pasien melalui formula Gibson (2005) adalah 55 kg dan berat badan ideal pasien adalah 45 kg. Tinggi badan estimasi pasien yaitu 145 cm. Tinggi badan estimasi pasien diperoleh dari perhitungan menggunakan panjang ulna melalui rumus Ilayperuma (2010). Penilaian status gizi berdasarkan persentase LILA (% LILA) menunjukkan nilai sebesar 98,2%, yang mengindikasikan status gizi pasien berada dalam kategori gizi baik.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan laboratorium hematologi

Data Biokimia	Hasil			Satuan	Nilai Rujukan
	21/4/2025	22/4/2025	23/4/2025		
Darah rutin					
Leukosit	13,18 (T)	-	-	ribu/ μ L	4,79–11,34
Eritrosit	5,16	-	-	10^6 / μ L	4,11–5,55
Hemoglobin	14,1	-	-	g/dL	10,8–14,9
Hematokrit	44,9	-	-	%	34–45,1
Trombosit	307	-	-	ribu/ μ L	216–451
MPV	6,248 (R)	-	-	fL	7,2–11,1
RDW-CV	11,9	-	-	%	11,3–14,6
MCV	87,1	-	-	fL	71,8–92
MCH	27,3	-	-	pg	22,6–31
MCHC	31,3 (R)	-	-	g/dL	32–36
Hitung jenis					
Neutrofil	84,2 (T)	-	-	%	42,5–71
Limfosit	10,4 (R)	-	-	%	20,4–44,6
Monosit	4,7	-	-	%	3,6–9,9
Eosinofil	0 (R)	-	-	%	0,7–5,4
Basofil	0,7	-	-	%	0–1
Kimia klinik					
GDS	453 (T)	-	195	mg/dL	70–180
HbA1c	-	8,97 (T)	-		4,3–7,0
Ureum	56 (T)	-	-	mg/dL	15–40
Kreatinin	0,8 (T)	-	-	mg/dL	0,45–0,75
SGOT	57 (T)	-	-	U/L	0–35
SGPT	22	-	-	U/L	0–35
Albumin	-	3,5	-	g/dL	3,4–4,8
Elektrolit					
Natrium	131 (R)	136	-	mmol/L	135–147
Kalium	5	3,4 (R)	-	mmol/L	3,5–5
Klorida	95	93 (R)	-	mmol/L	95–105

Hasil pemeriksaan menunjukkan kadar Gula Darah Sewaktu (GDS) sebesar 453 mg/dL, jauh di atas nilai rujukan normal 70–180 mg/dL, yang menandakan adanya hiperglikemia berat (American Diabetes Association 2023). Nilai HbA1c sebesar 8,97% juga melebihi batas normal 4,3–7,0%, menunjukkan kontrol glikemik jangka panjang yang buruk selama ± 3 bulan terakhir (Sherwani *et al.* 2016). Peningkatan GDS yang signifikan dapat mengindikasikan dekompensasi metabolik akut, seperti pada diabetes melitus yang tidak terkontrol atau keadaan hiperglikemik hiperosmolar (Kitabchi *et al.* 2009). Kombinasi GDS tinggi dan HbA1c tinggi menandakan masalah akut sekaligus kronis dalam pengendalian kadar glukosa darah. Kondisi ini memerlukan penatalaksanaan intensif, termasuk terapi insulin, modifikasi pola makan, dan pemantauan ketat kadar glukosa darah (American Diabetes Association 2023).

Hasil laboratorium (Tabel 1) menunjukkan beberapa kelainan yang berkaitan dengan kondisi klinis serta intervensi medis yang dijalani pasien. Peningkatan leukosit (13,18 ribu/ μ L) mencerminkan respons inflamasi dan infeksi sistemik yang sejalan dengan diagnosis pneumonia bakterialis, sehingga pasien diberikan terapi antibiotik untuk mengendalikan infeksi. Nilai ureum (56 mg/dL) dan kreatinin (0,8 mg/dL) yang berada di atas nilai rujukan mengindikasikan adanya azotemia prerenal akibat dehidrasi, penurunan perfusi ginjal pada kondisi kritis, maupun peningkatan katabolisme protein. Berdasarkan hal tersebut, pasien diberikan cairan *asering* guna memulihkan volume intravaskular dan perfusi ginjal dengan pemantauan ketat fungsi ginjal karena pemberian diuretik *furosemide* dapat memengaruhi keseimbangan volume. Peningkatan SGOT (57 U/L) menunjukkan adanya gangguan hepatoseluler yang pada pasien kritis lebih sering merupakan cerminan dari hipoperfusi, sepsis, hipoksia, maupun efek toksik obat, bukan penyakit hati primer, sehingga tata laksana ditujukan pada perbaikan oksigenasi dan pengendalian sepsis. Kadar natrium yang rendah (131 mmol/L) menunjukkan hiponatremia, yang pada pasien PPOK dan pneumonia dapat berkaitan dengan *Syndrome of Inappropriate Antidiuretic Hormone Secretion* (SIADH) maupun efek diuretik *furosemide*. Koreksi natrium dilakukan secara hati-hati karena dapat mempengaruhi fungsi neuromuskular dan hemodinamik pasien. Sementara itu, hiperglikemia yang dialami pasien dikelola dengan pemberian insulin basal untuk mengendalikan stres hiperglikemia pada pasien kritis. Obat aminofilin diberikan sebagai bronkodilator untuk mendukung perbaikan ventilasi pada PPOK eksaserbasi, serta pemberian *fentanyl* dan injeksi midazolam diberikan sebagai bagian dari sedasi dan stabilisasi hemodinamik selama perawatan di ICU (Al Zaman *et al.* 2025; Bernal 2016; Lampart *et al.* 2022; McDonnell & Umpierrez 2012; Seidenfeld *et al.* 1984; Yan *et al.* 2014).

Tabel 2. Hasil pemeriksaan laboratorium analisis gas darah

Data Biokimia	Hasil 21/4/2025	Satuan	Nilai rujukan	Interpretasi
Analisis gas darah				
pH	7,193		7,2–7,6	
pCO ₂	82	mmHg	35–45	Tinggi
pO ₂	222	mmHg	80–100	Tinggi
AaDO ₂	304	mmHg	5–20	Tinggi
Base excess	0,4	mmol/L	-2–3	Normal
tCO ₂	33,5	mmol/L	19–26	Tinggi
HCO ₃	30,9	mmol/L	18–23	Tinggi
stHCO ₃	23,7	mmol/L	21,8–26,9	Normal
SO ₂	99,5	%	90–100	Normal
Hct	41,3	%	34–51	Normal
Elektrolit				
Na ⁺	133,6	mmol/L	135–145	Rendah
K ⁺	3,96	mmol/L	3,5–5,0	Normal
Ca ²⁺	0,49	mmol/L	1,15–1,33	Rendah

Pada Tabel 2, data biokimia menunjukkan pasien mengalami gangguan pada sistem pernapasan yang ditandai dari nilai pCO₂, pO₂, AaDO₂, dan HCO₃ yang tinggi. Hasil analisis gas darah menunjukkan pH 7,193 yang berada di bawah nilai rujukan, menandakan adanya asidosis (Yee *et al.* 2022). Nilai pCO₂ yang sangat tinggi (82 mmHg) mengindikasikan retensi CO₂ akibat gangguan ventilasi, konsisten dengan gagal napas tipe 2 (Davidson 2016). Peningkatan pO₂ (222 mmHg) dan AaDO₂ (304 mmHg) menunjukkan adanya hipoksia berat yang telah diberikan terapi oksigen tinggi, namun tetap terdapat gangguan difusi atau ventilasi-perfusi (West & Luks 2017). Kadar HCO₃ (30,9 mmol/L) dan tCO₂ (33,5 mmol/L) yang tinggi menunjukkan adanya kompensasi metabolik terhadap asidosis respiratorik (Adrogué & Madias 2010). Nilai Na⁺ sedikit rendah (133,6 mmol/dL) dan Ca²⁺ juga rendah (0,49 g/dL), yang dapat memengaruhi fungsi neuromuskular dan jantung (Palmer & Clegg 2015). Secara keseluruhan, hasil ini menggambarkan asidosis respiratorik dengan kompensasi metabolik, disertai gangguan elektrolit yang memerlukan penanganan intensif (Gennari & Weise 2008).

Fisik/klinis tanda dan gejala pasien menunjukkan pasien dalam keadaan lemah, gawat, tersedasi dan mudah terbangunkan (Tabel 3). Residu lambung dalam keadaan baik. Tekanan darah pasien 132/79 mmHg (normal), nadi 95 x/menit (normal), respirasi 20 x/menit (normal), dan suhu 35,4°C (hipotermi). Terdapat pemeriksaan penunjang berupa rontgen thorax dengan hasil rasio kardioraks <0,56 dan kesan pneumonia.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan data fisik/klinis

Data fisik/klinis	Hasil
Penampilan keseluruhan	KU lemah, gawat, tersedasi, mudah terbangunkan
Bahasa tubuh	Sopor (GCS E3M2Vx)
Tenggorokan dan menelan	Terpasang ventilator mekanik
Sistem gastrointestinal	Residu lambung baik
Vital signs (23 April 2025)	
Tekanan darah	132/79 mmHg
Nadi	95x/menit
Suhu	35,4°C (hipotermia)
Respiratory rate	20x/menit
SpO2	98%
Pemeriksaan penunjang:	
Rontgen thorax dengan hasil	
- CTR <0,56	
- Pneumonia	

Data asupan makan diperoleh melalui pencatatan asupan formula enteral 24 jam (Tabel 4) saat pasien masih berada dalam pengaruh sedasi. Pada periode tersebut, pasien menerima diet formula enteral komersial khusus diabetes dengan densitas energi standar sebesar 1,0 kkal/mL sebanyak 4 x 120 cc dan 2 x 180 cc dengan total volume 840 mL melalui rute *nasogastric tube* (NGT). Berdasarkan total pemberian tersebut, diperoleh total asupan energi sebesar 840 kkal, protein 33,6 g, lemak 23,5 g, dan karbohidrat 131,06 g sebagaimana disajikan pada Tabel 4. Hasil perhitungan asupan pasien diinterpretasikan dalam kategori kurang pada energi, protein, dan lemak, sedangkan karbohidrat dalam kategori baik dibandingkan dengan kebutuhan pasien yang dihitung berdasarkan rekomendasi ESPEN.

Data riwayat makan diperoleh melalui wawancara dengan keluarga pasien. Berdasarkan hasil wawancara, kebiasaan makan pasien 3x sehari, pasien suka makanan camilan asin dan roti manis, pasien menghindari makanan pedas. Pasien kurang suka mengonsumsi buah, pasien juga makan makanan yang digoreng. Selain itu, pasien diketahui tidak memiliki riwayat alergi makanan maupun obat.

Tabel 4. Hasil perhitungan *food recall* 24 jam

	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Enteral intake	840	33,6	23,5	131,06
Kebutuhan	1.375	71,5	50,4	158,85
% Pemenuhan	61%	47%	46,6%	82,5%
Interpretasi	Kurang	Kurang	Kurang	Baik

Diagnosis Gizi. Diagnosis gizi digunakan sebagai acuan dalam pemberian asuhan gizi dalam bentuk intervensi atau tatalaksana gizi. Berdasarkan hasil asesmen, diagnosis gizi prioritas yang ditegakkan mengacu pada terminologi NCPT terdiri atas dua domain utama, yaitu domain asupan dan klinis. Diagnosis pertama adalah NI-5.2 asupan energi dan protein tidak adekuat berkaitan dengan pemberian nutrisi enteral yang belum mencapai target kebutuhan pada kondisi kritis ditandai dengan asupan energi 61% dari kebutuhan dan asupan protein 47% dari kebutuhan. Diagnosis kedua adalah NC-2.2 perubahan nilai laboratorium terkait karbohidrat dan fungsi respirasi berkaitan dengan diabetes melitus, respons stres metabolik akibat infeksi, serta PPOK eksaserbasi akut dengan gagal napas tipe 2 ditandai dengan GDS 453 mg/dL, HbA1c 8,97%, pH 7,193, dan PCO₂ 82 mmHg. Penetapan kedua diagnosis tersebut menjadi landasan strategi intervensi gizi, di mana peningkatan kebutuhan protein diatasi dengan pemberian formula enteral tinggi protein, sementara penyesuaian proporsi lemak dan pembatasan karbohidrat sederhana diterapkan untuk mengendalikan kadar glukosa darah sekaligus menekan produksi CO₂.

Intervensi Gizi. Intervensi dalam proses asuhan gizi terstandar (PAGT) diberikan sesuai dengan akar masalah yang ditegakkan pada diagnosis gizi. Intervensi gizi ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi pasien melalui penetapan preskripsi diet, pemilihan jenis formula, serta bentuk makanan yang sesuai dengan diagnosis gizi dan kondisi klinis pasien. Intervensi gizi yang diberikan tidak hanya berfokus pada pemberian preskripsi diet enteral formula diabetes via NGT, namun juga mencakup pemberian komunikasi, informasi, dan edukasi (KIE) kepada keluarga mengenai tata laksana gizi pasien kritis serta koordinasi intensif bersama tim medis ICU dalam memantau respon klinis, residu lambung, dan parameter biokimia harian. Terapi gizi formula enteral diinisiasi secara hipokalorik pada fase akut awal (hari ke-1 hingga

ke-3) dengan target maksimal 70% dari estimasi kebutuhan energi total sesuai pedoman ESPEN (Singer *et al.* 2019), guna mencegah risiko *overfeeding*, stres hiperglikemia, serta lonjakan produksi CO₂ pada pasien gagal napas. Asupan energi kemudian ditingkatkan secara bertahap mencapai 80–100% setelah hari ke-3 seiring stabilisasi hemodinamik dan toleransi saluran cerna yang baik. Selama masa perawatan di ICU, dukungan nutrisi parenteral tambahan tidak diindikasikan karena saluran cerna pasien berfungsi baik dengan residu lambung minimal serta toleransi nutrisi enteral penuh tercapai secara bertahap tanpa kontraindikasi gastrointestinal. Jenis diet yang diberikan adalah formula enteral dengan kandungan tinggi protein dan rendah karbohidrat sederhana untuk membantu pengendalian glikemik sekaligus memenuhi kebutuhan protein yang meningkat pada kondisi kritis. Rute pemberian melalui *nasogastric tube* (NGT) menggunakan metode *bolus feeding* sebanyak enam kali per hari dengan interval empat jam dan tetap memperhatikan waktu istirahat pasien.

Tujuan intervensi gizi adalah memenuhi kebutuhan energi dan protein secara bertahap guna mencegah katabolisme massa otot, membantu menurunkan kadar glukosa darah, serta meminimalkan beban pernapasan selama penggunaan ventilator mekanik. Preskripsi diet ditetapkan berdasarkan pedoman ESPEN (2019) dengan kebutuhan energi sebesar 25 kkal/kgBB/hari (1.375 kkal), protein 1,3 g/kgBB/hari (71,5 g), lemak 33% (50,4 g), karbohidrat 46,2% (158,85 g dengan karbohidrat sederhana <5%), dan serat 20-25 g/hari. Implementasi diet diberikan dalam bentuk formula enteral komersial khusus diabetes melalui NGT dengan teknik *bolus feeding* secara bertahap. Formula dengan tinggi protein dipilih untuk membantu mencapai kebutuhan protein pasien kritis dan mempertahankan fungsi otot diafragma, sedangkan pengaturan proporsi lemak serta karbohidrat dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi hiperkapnia pada PPOK dan hiperglikemia pada pasien diabetes melitus guna menekan produksi CO₂ sekaligus menjaga kestabilan glikemik pasien (Janssen *et al.* 2011; Govers *et al.* 2022; Singer *et al.* 2019).

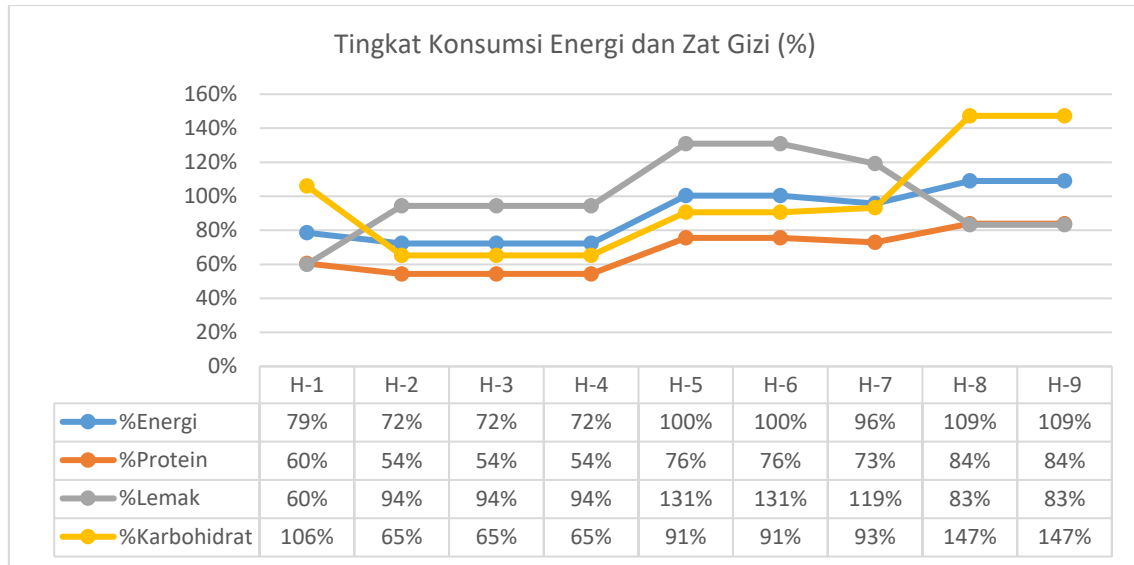
Pemilihan rute enteral dini pada pasien kritis di ICU merupakan pendekatan fisiologis yang esensial untuk menjaga integritas mukosa usus, mencegah translokasi bakteri, serta menurunkan respons inflamasi sistemik dibandingkan nutrisi parenteral (McClave *et al.* 2016; Singer *et al.* 2019). Untuk mengatasi diagnosis gizi terkait hiperglikemia dan peningkatan beban pernapasan, formula enteral komersial diabetes dipilih guna membatasi karbohidrat sederhana sehingga mengurangi fluktuasi glukosa darah dan menurunkan produksi CO₂ (Al-Saady *et al.* 1989; Ojo *et al.* 2019). Pelaksanaan intervensi ini diintegrasikan melalui koordinasi erat bersama Profesional Pemberi Asuhan (PPA) lainnya, meliputi kolaborasi dengan perawat ICU dalam pemantauan residu lambung dan toleransi saluran cerna secara berkala, koordinasi dengan dokter penanggung jawab terkait penyesuaian terapi insulin terhadap asupan enteral yang masuk, serta evaluasi bersama terhadap respons analisis gas darah harian (McClave *et al.* 2016).

Monitoring dan Evaluasi Gizi. Pada fase awal perawatan (hari ke-1 hingga ke-4), asupan energi melalui NGT dengan formula komersial diabetes sengaja diberikan di bawah target kebutuhan total 1.375 kkal/hari (72–79%). Pembatasan asupan awal ini menerapkan strategi *hypocaloric feeding* yang bertujuan mencegah risiko *overfeeding* dan stres hiperglikemia pada fase kritis. Seiring membaiknya toleransi saluran cerna dan stabilisasi klinis, pemberian energi ditingkatkan secara bertahap hingga mencapai 100% dari target kebutuhan pada hari ke-5.

Berdasarkan hasil pemantauan asupan nutrisi enteral selama sembilan hari perawatan (Gambar 1), tingkat konsumsi energi dan zat gizi makro menunjukkan pola peningkatan bertahap. Asupan energi pada hari ke-1 hingga ke-4 berada pada kisaran 72–79% dari target kebutuhan, lalu mencapai 100% pada hari ke-5 dan ke-6, serta mencapai 105–109% pada hari ke-8 dan ke-9. Asupan protein tercatat rendah pada hari ke-1 hingga ke-4 (54–60% dari kebutuhan), kemudian meningkat bertahap pada hari ke-5 hingga ke-9 (76–84%). Pemenuhan kebutuhan lemak meningkat signifikan pada hari ke-2 hingga ke-6 (94–131%) sebelum berada di kisaran 83–88% pada hari ke-7 hingga ke-9. Sementara itu, asupan karbohidrat yang sempat mencapai 106% pada hari pertama berhasil ditekan menjadi 65% pada hari ke-2 hingga ke-4 saat formula spesifik diabetes digunakan, kembali berada di kisaran 91–93% pada hari ke-5 hingga ke-7, dan meningkat hingga 147% pada hari ke-8 dan ke-9.

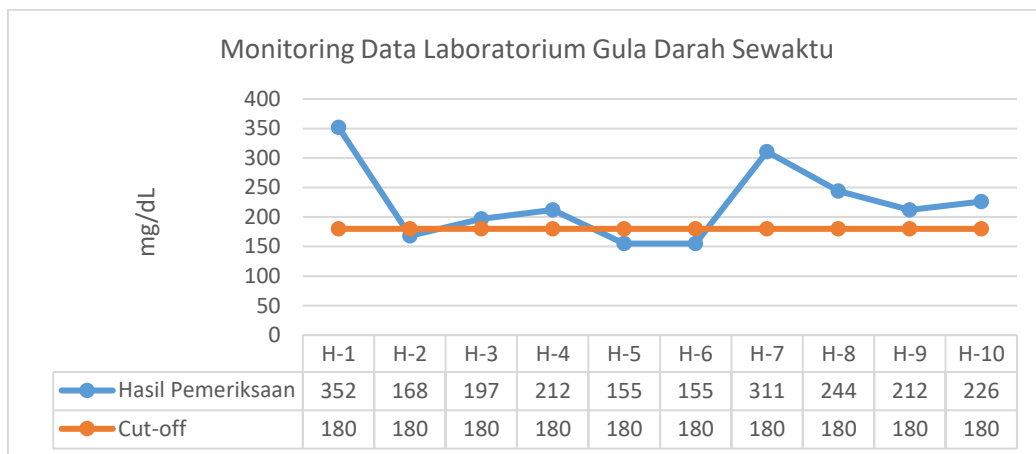
Pola pemenuhan asupan energi pada fase awal yang berada di bawah target total (<80%) sejalan dengan prinsip *hypocaloric feeding* pada pasien kritis di ICU guna mencegah risiko *overfeeding*, stres hiperglikemia, dan beban metabolisme akut (Singer *et al.* 2019). Peningkatan bertahap asupan energi dan protein sejak hari ke-5 terbukti krusial dalam mendukung respons imun, mencegah atrofi otot diafragma, serta memfasilitasi penyapihan (*weaning*) ventilator mekanik pada hari ke-9 (Chang *et al.* 2024; Lo *et al.* 2022). Pengaturan proporsi lemak yang lebih dominan dan pembatasan karbohidrat pada hari ke-2 hingga ke-4 berperan efektif dalam menekan *respiratory quotient* (RQ) serta menurunkan produksi CO₂ pada kondisi gagal napas hiperkapnia (Al-Saady *et al.* 1989). Namun, lonjakan asupan karbohidrat pada hari ke-8 dan ke-9 perlu

diwaspadai karena berpotensi meningkatkan kembali risiko hiperglikemia dan retensi CO₂, sehingga pemilihan formula komersial diabetes spesifik tetap dianjurkan untuk dipertahankan selama masa kritis (Barazzoni *et al.* 2020; Collins *et al.* 2019).



Gambar 1. Monitoring pemberian nutrisi enteral pada asupan energi dan zat gizi pasien

Hasil pemantauan kadar glukosa darah sewaktu (GDS) selama masa perawatan di ICU (Gambar 2) menunjukkan adanya ketidakstabilan glikemik. Sebagian besar hasil pengukuran GDS berada di atas target batas kontrol glikemik pasien kritis (>180 mg/dL), dengan fluktuasi nilai tertinggi mencapai 352 mg/dL pada hari ke-1 dan 311 mg/dL pada hari ke-7, dan pada hari ke-9 masih tercatat 226 mg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa kendali glikemik belum sepenuhnya optimal hingga akhir masa perawatan. Kondisi hiperglikemia persisten dan fluktuatif tersebut merupakan manifestasi dari stres hiperglikemia yang lazim terjadi pada pasien kritis, yang dipicu oleh respons inflamasi sistemik akibat pneumonia dan PPOK eksaserbasi (Cazzola *et al.* 2023; Marik & Bellomo 2013). Pada pasien ini, pengendalian glukosa darah dilakukan melalui kombinasi pemberian formula diabetes spesifik dan terapi insulin basal. Selain itu, pengobatan PPOK eksaserbasi akut sering kali melibatkan penggunaan kortikosteroid sistemik.



Gambar 2. Monitoring data laboratorium kadar gula darah sewaktu (GDS) pasien

Kortikosteroid diketahui sebagai penyebab utama hiperglikemia iatrogenik karena efeknya yang antagonis terhadap insulin, yang dapat menjelaskan fluktuasi tajam pada nilai GDS pasien (Johannesmeyer *et al.* 2022). Adanya kondisi diabetes melitus pada pasien juga memperburuk disregulasi metabolik saat menghadapi kondisi kritis. Hiperglikemia yang tidak terkontrol dapat memperburuk luaran klinis, meningkatkan risiko komplikasi seperti infeksi nosokomial, dan memperlambat pemulihan (American Diabetes Association 2020). Hasil pemantauan menunjukkan bahwa formula tersebut tidak dapat sepenuhnya

mengendalikan hiperglikemia pada kondisi kritis ini, sehingga peran terapi insulin dan tata laksana medis lain tetap sangat menentukan. Dengan demikian, pemberian formula diabetes spesifik sebaiknya dipandang sebagai faktor pendukung, bukan satu-satunya penentu dalam mencapai kendali glikemik pada pasien kritis.

Tabel 5. Monitoring pemeriksaan laboratorium analisis gas darah

Data Biokimia	Hasil		Satuan	Nilai Rujukan	Interpretasi Hari ke-5
	Asesmen	Monitoring Hari Ke-5			
pH	7,193	7,471		7,2–7,6	
pCO ₂	82	54	mmHg	35–45	Tinggi
pO ₂	222	76	mmHg	80–100	Rendah
AaDO ₂	304	136	mmHg	5–20	Tinggi
Base excess	0,4	12,5	mmol/L	-2–3	Tinggi
tCO ₂	33,5	40,2	mmol/L	19–26	Tinggi
HCO ₃	30,9	38,5	mmol/L	18–23	Tinggi
stHCO ₃	23,7	35	mmol/L	21,8–26,9	Tinggi
SO ₂	99,5	95,9	%	90–100	Normal
Hct	41,3	39,4	%	34–51	Normal

Hasil pemeriksaan analisis gas darah menunjukkan adanya perubahan status asam-basa dan ventilasi seiring perjalanan perawatan (Tabel 5). Pada saat asesmen awal, nilai pH rendah (7,193) yang menunjukkan kondisi asidosis respiratorik, dengan disertai peningkatan pCO₂ (82 mmHg). Kondisi ini konsisten dengan gagal napas tipe 2 pada pasien PPOK eksaserbasi akut, di mana terjadi retensi CO₂ akibat hipoventilasi alveolar. Nilai pO₂ yang tinggi (222 mmHg) pada fase awal kemungkinan dipengaruhi oleh terapi oksigen dengan fraksi inspirasi oksigen (FiO₂) tinggi. Nilai *alveolar-arterial oxygen difference* (AaDO₂) yang sangat tinggi (304 mmHg) mencerminkan gangguan pertukaran gas akibat inflamasi paru dan pneumonia bakterialis yang mendasari (Csoma *et al.* 2022).

Pada hari ke-5, hasil monitoring menunjukkan perbaikan status gas darah dengan pH meningkat menjadi 7,471, mengindikasikan kompensasi menuju alkalosis. Nilai pCO₂ menurun menjadi 54 mmHg meskipun masih di atas normal, yang menandakan adanya perbaikan ventilasi akibat dukungan ventilator mekanik. pO₂ menurun menjadi 76 mmHg. Nilai AaDO₂ berkurang menjadi 136 mmHg, menunjukkan adanya perbaikan meskipun masih terdapat hambatan difusi gas. Selain itu, peningkatan HCO₃ (30,9 menjadi 38,5 mmol/L) dan stHCO₃ (23,7 menjadi 35 mmol/L) menandakan adanya kompensasi metabolik yang kuat untuk menetralkan retensi CO₂ kronis. Nilai SO₂ yang tetap tinggi (95,9%) serta hematokrit dalam batas normal memperlihatkan oksigenasi jaringan masih cukup terjaga (Csoma *et al.* 2022; Wu *et al.* 2022).

Pada pasien dengan PPOK eksaserbasi dan gagal napas, pemenuhan kebutuhan energi dan protein merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung fungsi otot respirasi dan kesiapan menjalani proses *weaning*. Namun, keputusan untuk memulai *weaning* ventilator mekanik tetap didasarkan pada kondisi klinis dan respirasi secara keseluruhan, termasuk stabilitas hemodinamik, perbaikan pertukaran gas, dan kemampuan pasien mempertahankan ventilasi spontan (Mohammadi *et al.* 2024; Tregidgo & D’cruz 2024).

Pada hari ke-9, proses penyapihan (*weaning*) ventilator mekanik mulai direncanakan oleh tim medis seiring dengan stabilisasi klinis pasien serta tercapainya kecukupan energi dan protein yang lebih optimal. Meskipun dalam laporan kasus ini tidak dilakukan pengukuran langsung terhadap kekuatan otot pernapasan maupun massa otot, pemenuhan gizi yang adekuat sejak hari ke-5 secara teoritis berperan sebagai faktor pendukung status metabolik dan imun tubuh selama perawatan di ICU. Keberhasilan proses *weaning* ventilator pada pasien ini merupakan hasil kombinasi tata laksana medis komprehensif, perbaikan fungsi respirasi, stabilitas klinis, serta dukungan terapi gizi yang tepat (Chang *et al.* 2024; Lo *et al.* 2022).

Ventilator mekanik berhasil dilepas pada hari berikutnya, menunjukkan bahwa pasien dapat mempertahankan fungsi respirasi secara mandiri. Keberhasilan ini didukung oleh status nutrisi yang lebih baik, kontrol kadar glukosa darah melalui penggunaan formula diabetes-spesifik, serta distribusi lemak yang cukup tinggi untuk menurunkan produksi CO₂. Literatur menegaskan bahwa dukungan nutrisi yang tepat, terutama pemenuhan protein dan pengaturan proporsi energi non-karbohidrat, sangat berperan dalam mempercepat keberhasilan *weaning* ventilator pada pasien PPOK dengan gagal napas (Barazzoni *et al.* 2020; Lo *et al.* 2022; Mohammadi *et al.* 2024).

KESIMPULAN

Terapi nutrisi enteral bertahap menggunakan formula spesifik diabetes tinggi protein melalui *nasogastric tube* (NGT) berhasil diterapkan pada pasien kritis dengan komorbiditas PPOK eksaserbasi akut, gagal napas tipe 2, pneumonia bakterialis, dan diabetes melitus. Pengaturan proporsi zat gizi makro yang berfokus pada formula diabetes mampu mendukung pengendalian kadar glukosa darah sekaligus membatasi beban karbohidrat sederhana bagi fungsi respirasi. Seiring berjalannya intervensi gizi yang terintegrasi dengan tata laksana medis intensif, terpantau adanya tren perbaikan pada parameter biokimia, analisis gas darah, serta stabilitas klinis pasien hingga berhasil menjalani proses *weaning* ventilator mekanik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrogué HJ, Madias NE. 2010. Secondary responses to altered acid-base status: The rules of engagement. *Journal of the American Society of Nephrology*. 21(6):920-923. <https://doi.org/10.1681/ASN.2009121211>
- Al-Saady NM, Blackmore CM, Bennett ED. 1989. High fat, low carbohydrate, enteral feeding lowers PaCO₂ and reduces the period of ventilation in artificially ventilated patients. *Intensive Care Medicine*. 15(5):290-295. <https://doi.org/10.1007/BF00263863>
- Al Zaman K, Alhebsi AA, Almheiri A, Alhosani H, Alshehhi NT, Alwheibi ES. 2025. Syndrome of Inappropriate Antidiuretic Hormone (SIADH) in Chronic Respiratory Diseases: A Comprehensive Review. *Cureus*. 17(1):e77407. <https://doi.org/10.7759/cureus.77407>
- American Diabetes Association. 2020. Diabetes care in the hospital: Standards of medical care in diabetes-2020. *Diabetes Care*. 43(Supplement 1):S193-S202. <https://doi.org/10.2337/dc20-S015>
- American Diabetes Association. 2023. Standards of care in diabetes - 2023. *Diabetes Care*. 46(Supplement 1):S1-S154. https://doi.org/10.1057/978-1-349-96073-6_16356
- Barazzoni R, Bischoff SC, Breda J, Wickramasinghe K, Krznaric Z, Nitzan D, Pirlich M, Singer P. 2020. ESPEN expert statements and practical guidance for nutritional management of individuals with SARS-CoV-2 infection. In *Clinical Nutrition*. 39(6):1631-1638. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.03.022>
- Bernal W. 2016. The liver in systemic disease: Sepsis and critical illness. *Clinical liver disease*. 7(4):88-91. <https://doi.org/10.1002/cld.543>
- Cazzola M, Rogliani P, Ora J, Calzetta L, Lauro D, Matera MG. 2023. Hyperglycaemia and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Diagnostics*. 13(21):1-13. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13213362>
- Chang CH, Lin CY, Lo YL, Lin TY, Hung CY, Hsieh MH, Fang YF, Huang HY, Lin SM, Lin HC. 2024. Higher protein intake may benefit in patients with prolonged mechanical ventilation. *Frontiers in Nutrition*. 11:1449240. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1449240>
- Collins PF, Yang IA, Chang YC, Vaughan A. 2019. Nutritional support in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): An evidence update. *Journal of Thoracic Disease*. 11(Supplement 17):S2230-S2237. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.10.41>
- Csoma B, Vulpi MR, Dragonieri S, Bentley A, Felton T, Lázár Z, Bikov A. 2022. Hypercapnia in COPD: causes, consequences, and therapy. In *Journal of Clinical Medicine*. 11(11):3180. <https://doi.org/10.3390/jcm11113180>
- Davidson AC. 2016. Managing acute hypercapnic respiratory failure in adults: Where do we need to get to?. *Thorax*. 71(4):297-298. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208281>
- Evert AB, Dennison M, Gardner CD, Garvey WT, Lau KHK, MacLeod J, Mitri J, Pereira RF, Rawlings K, Robinson S, et al. 2019. Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: A consensus report. *Diabetes Care*. 42(5):731-754. <https://doi.org/10.2337/dci19-0014>
- Gennari FJ, Weise WJ. 2008. Acid-base disturbances in gastrointestinal disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 3(6):1861-1868. <https://doi.org/10.2215/CJN.02450508>
- Govers C, Calder PC, Savelkoul HFJ, Albers R, van Neerven RJJ. 2022. Ingestion, immunity, and infection: nutrition and viral respiratory tract infections. *Frontiers in Immunology*. 13:841532. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.841532>
- Hartl WH, Kopper P, Xu L, Heller L, Mironov M, Wang R, Day AG, Elke G, Küchenhoff H, Bender A. 2024. Relevance of protein intake for weaning in the mechanically ventilated critically ill: Analysis of a large international database. *Critical care medicine*. 52(3):e121-e131. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006155>

- Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. 2011. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Critical Care Medicine*. 15(6):R268. <https://doi.org/10.5935/978-85-514-1194-0.C0002>
- Janssen DJA, Spruit MA, Uszko-Lencer NH, Schols JMGA, Wouters EFM. 2011. Symptoms, comorbidities, and health care in advanced chronic obstructive pulmonary disease or chronic heart failure. *Journal of Palliative Medicine*. 14(6):735-743. <https://doi.org/10.1089/jpm.2010.0479>
- Johannesmeyer HJ, Moussavi K, Rambaran KA, Kolyouthapong K. 2022. Corticosteroid administration and glycemic outcomes during treatment of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Medicine Open*. 8:100027. <https://doi.org/10.1016/j.ajmo.2022.100027>
- Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN. 2009. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Diabetes care*. 32(7):1335-1343. <https://doi.org/10.2337/dc09-9032>
- Kuo CD, Shiao GM, Lee JD. 1993. The effects of high-fat and high-carbohydrate diet loads on gas exchange and ventilation in COPD patients and normal subjects. *Chest*. 104(1):189-196. <https://doi.org/10.1378/chest.104.1.189>
- Lampart M, Zellweger N, Bassetti S, Tschudin-Sutter S, Rentsch KM, Siegemund M, Bingisser R, Osswald S, Kuster GM, Twerenbold R. 2022. Clinical utility of inflammatory biomarkers in COVID-19 in direct comparison to other respiratory infections-A prospective cohort study. *PloS one*. 17(5):e0269005. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269005>
- Lo SC, Ma KSK, Li YR, Li ZY, Lin CH, Lin HC, Yang SF. 2022. Nutritional support for successful weaning in patients undergoing prolonged mechanical ventilation. *Scientific Reports*. 12(1):12044. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15917-w>
- Marik PE, Bellomo R. 2013. Stress hyperglycemia: an essential survival response!. *Critical care*. 17(2):305. <https://doi.org/10.1186/cc12514>
- McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, McCarthy MS, Davanos E, Rice TW, Cresci GA, et al. 2016. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of critical care medicine (SCCM) and American society for parenteral and enteral nutrition (A.S.P.E.N.). *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 40(2):159-211. <https://doi.org/10.1177/0148607115621863>
- McDonnell ME, Umpierrez GE. 2012. Insulin therapy for the management of hyperglycemia in hospitalized patients. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*. 41(1):175-201. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2012.01.001>
- Mehta NM, Bechard LJ, Cahill N, Wang M, Day A, Duggan CP, Heyland DK. 2012. Nutritional practices and their relationship to clinical outcomes in critically ill children-An international multicenter cohort study. *Critical Care Medicine*. 40(7):2204-2211. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31824e18a8>
- Mohammadi H, Shokri-Mashhadi N, Abbasi S, Mahjobipoor H, Babadi ME. 2024. Effect of nutrition adequacy on inflammation, respiratory improvement, and success of weaning from mechanical ventilation in critically ill patients: A single-blind randomized controlled clinical trial. *Clinical Nutrition Open Science*. 58:227-238. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2024.09.006>
- Ojo O, Weldon SM, Thompson T, Crockett R, Wang XH. 2019. The effect of diabetes-specific enteral nutrition formula on cardiometabolic parameters in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Nutrients*. 11(8):1905. <https://doi.org/10.3390/nu11081905>
- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Gentile F, Jneid H, Krieger EV, Mack M, McLeod C, et al. 2021. 2020 ACC/AHA Guideline for the management of patients with valvular heart disease: A report of the american college of cardiology/american heart association joint committee on clinical practice guidelines. *circulation*. 143(5):E72-E227. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000923>
- Palmer BF, Clegg DJ. 2015. Electrolyte and acid-base disturbances in patients with diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*. 373(6):548-559. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1503102>
- Rebollo-Pérez MI, Florencio Ojeda L, García-Luna PP, Irlés Rocamora JA, Oliveira G, Lacalle Remigio JR, Arraiza Irigoyen C, Calañas Continente A, Campos Martín C, Fernández Soto ML, et al. 2023. Standards for the use of enteral nutrition in patients with diabetes or stress hyperglycaemia: Expert consensus. *Nutrients*. 15(23):4976. <https://doi.org/10.3390/nu15234976>
- Seidenfeld JJ, Jones WN, Moss RE, Tremper J. 1984. Intravenous aminophylline in the treatment of acute bronchospastic exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Annals of Emergency Medicine*. 13(4):248-252. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(84\)80472-2](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(84)80472-2)

- Sherwani SI, Khan HA, Ekhzaimy A, Masood A, Sakharkar MK. 2016. Significance of HbA1c test in diagnosis and prognosis of diabetic patients. *Biomarker Insights*. 11:95-104. <https://doi.org/10.4137/BMI.S38440>
- Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, Hiesmayr M, Mayer K, Montejo JC, Pichard C, et al. 2019. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clinical Nutrition*. 38(1):48-79. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.037>
- Tregidgo L, D'cruz RF. 2024. Supporting patients with hypercapnia. *Clinical Medicine*. 24:100007. <https://doi.org/10.1016/j.clinme.2023.100007>
- Umpierrez GE, Davis GM, Elsayed NA, Fadini GP, Galindo RJ, Hirsch IB, Klonoff DC, McCoy RG, Misra S, Gabbay RA, et al. 2024. Hyperglycemic crises in adults with diabetes: A consensus report. *Diabetes Care*. 47(8):1257-1275. <https://doi.org/10.2337/dci24-0032>
- Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, Barnes PJ, Fabbri LM, Martinez FJ, Nishimura M, et al. 2013. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 187(4):347-365. <https://doi.org/10.1164/rccm.201204-0596PP>
- West JB, Luks AM. 2017. *West's Pulmonary Pathophysiology*. 9th Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Wu Z, Luo Z, Luo Z, Ge J, Jin J, Cao Z, Ma Y. 2022. Baseline level and reduction in paco2 are associated with the treatment effect of long-term home noninvasive positive pressure ventilation in stable hypercapnic patients with COPD: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of COPD*. 17:719-733. <https://doi.org/10.2147/COPD.S344962>
- Yan J, Li S, Li S. 2014. The role of the liver in sepsis. *International reviews of immunology*. 33(6):498-510. <https://doi.org/10.3109/08830185.2014.889129>
- Yee J, Frinak S, Mohiuddin N, Uduman J. 2022. Fundamentals of arterial blood gas interpretation. *Kidney360*. 3(8):1458-1466. <https://doi.org/10.34067/KID.0008102021>
- Zoungas S, Arima H, Gerstein HC, Holman RR, Woodward M, Reaven P, Hayward RA, Craven T, Coleman RL, Chalmers J. 2017. Effects of intensive glucose control on microvascular outcomes in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis of individual participant data from randomised controlled trials. *The Lancet Diabetes and Endocrinology*. 5(6):431-437. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30104-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30104-3)