Pengaruh Hiperoksigenisasi Terhadap Saturasi Oksigen Saat *Suction* Pra-Ekstubasi Pasien Laparoskopi

Fauzan Ramadhan [1], Sapta Rahayu Noamperani [2], Rosa Delima Ekwantini [3] Maryana [4]
[1,2,3,4] Program Study of Bachelor of Applied Nursing Anesthesiology, Departement of Nursing, Health Polytechnic of Health Ministry Yogyakarta, Indonesia
Email Korespondensi: fauzanramadhan769@gmail.com

ABSTRAK

Tindakan suction endotracheal tube (ETT) sebelum ekstubasi pada pasien laparoskopi berisiko menurunkan saturasi oksigen akibat interupsi ventilasi sementara dan penurunan cadangan oksigen alveolar serta diperberat oleh efek pneumoperitoneum. Hiperoksigenisasi dengan pemberian FiO_2 tinggi sebelum suction merupakan strategi preventif untuk mempertahankan stabilitas oksigenasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hiperoksigenisasi terhadap perubahan saturasi oksigen (SpO_2) saat suction pra-ekstubasi pada pasien laparoskopi. Desain penelitian menggunakan quasi-experimental dengan pendekatan pre-post test dengan control group. Sampel berjumlah 60 responden dewasa (18–59 tahun, status fisik ASA I–II, mayoritas perempuan dan didominasi bedah laparoskopi kolelitiasis) dipilih menggunakan teknik consecutive sampling metode alokasi cluster berdasarkan waktu (minggu ganjil intervensi, minggu genap kontrol) dibagi secara rata: kelompok intervensi ($n = 30$) mendapatkan hiperoksigenisasi FiO_2 100% selama 1 menit kontinu melalui manual bagging sebelum suction, dan kelompok kontrol ($n = 30$) mendapatkan oksigenisasi standar rumah sakit. Parameter SpO_2 diukur menggunakan pulse oximeter terintegrasi pada monitor anestesi. Analisis data menggunakan uji Wilcoxon dan Mann-Whitney. Hasil penelitian menunjukkan kelompok kontrol mengalami penurunan rerata SpO_2 dari $99{,}13\% \pm 0{,}68$ menjadi $97{,}37\% \pm 1{,}00$ dengan selisih penurunan rerata (ΔSpO_2) sebesar $-1{,}77\% \pm 0{,}77$ ($p < 0{,}001$). Sebaliknya, kelompok intervensi mengalami peningkatan rerata SpO_2 dari $98{,}60\% \pm 0{,}77$ menjadi $99{,}50\% \pm 0{,}51$ dengan selisih kenaikan rerata (ΔSpO_2) sebesar $0{,}90\% \pm 0{,}88$ ($p < 0{,}001$). Uji Mann-Whitney mendeteksi perbedaan perubahan nilai ΔSpO_2 yang sangat signifikan antar kedua kelompok ($p < 0{,}001$). Pemberian hiperoksigenisasi sebelum tindakan suction pra-ekstubasi terbukti efektif secara signifikan dalam mempertahankan stabilitas dan mencegah desaturasi oksigen pada pasien pasca-laparoskopi.

Kata Kunci: Hiperoksigenisasi, Saturasi Oksigen, *Suction*, Laparoskopi, Ekstubasi

ABSTRACT

The Effect Of Hyperoxygenation On Changes In Oxygen Saturation During Suction Before Extubation In Laparascopy Patients

Endotracheal tube (ETT) suctioning prior to extubation in laparoscopic patients poses a risk of decreasing oxygen saturation due to temporary ventilation

interruption and a reduction in alveolar oxygen reserves, which is compounded by pneumoperitoneum effects. This study aimed to analyze the effect of hyperoxygenation on oxygen saturation (SpO_2) changes during pre-extubation suctioning in laparoscopic patients. A quasi-experimental design with a pre-post test control group approach was employed. A total of 60 adult respondents (aged 18–59 years, ASA physical status I–II, predominantly female, and mostly undergoing laparoscopic cholecystectomy) were selected via consecutive sampling using a time-based cluster allocation method (odd weeks for intervention, even weeks for control) and equally divided into two groups. The intervention group ($n = 30$) received hyperoxygenation with 100% FiO_2 for 1 minute continuously via manual bagging prior to suctioning, while the control group ($n = 30$) received standard hospital oxygenation. The SpO_2 parameter was measured using a pulse oximeter integrated into the anesthesia monitor. Data were analyzed using Wilcoxon and Mann-Whitney tests. The results showed that the control group experienced a significant decrease in mean SpO_2 from $99.13\% \pm 0.68$ to $97.37\% \pm 1.00$, with a mean delta decrease (ΔSpO_2) of $-1.77\% \pm 0.77$ ($p < 0.001$). Conversely, the intervention group demonstrated an increase in mean SpO_2 from $98.60\% \pm 0.77$ to $99.50\% \pm 0.51$, with a mean delta increase (ΔSpO_2) of $0.90\% \pm 0.88$ ($p < 0.001$). The Mann-Whitney test revealed a highly significant difference in ΔSpO_2 values between the two groups ($p < 0.001$). In conclusion, hyperoxygenation prior to pre-extubation suctioning is highly effective in maintaining oxygen saturation stability and preventing desaturation in post-laparoscopic patients.

Keywords: *Hyperoxygenation, Oxygen Saturation, Suction, Extubation, Laparoscopy*.

PENDAHULUAN

Pembedahan merupakan salah satu tindakan medis invasif yang bertujuan untuk memperbaiki, mengangkat, atau menangani gangguan pada organ tubuh tertentu melalui prosedur operasi. Ilmu pengetahuan dan teknologi kesehatan mengalami peningkatan di seluruh dunia. *World Health Organization* melaporkan bahwa lebih dari 300 juta tindakan operasi dilakukan setiap tahun secara global. Prosdur laparoskopi menjadi pilihan populer dalam intervensi praktik klinis bedah modern dibandingkan dengan pembedahan laparotomi konvensional. Popularitas metode ini didorong oleh berbagai keunggulan klinis, termasuk trauma jaringan yang minimal, intensitas nyeri pascaoperasi yang lebih rendah, perawatan luka yang lebih baik, serta masa pemulihan dan hospitalisasi lebih singkat (Savitri *et al*., 2025). Kendati menawarkan banyak keuntungan, tindakan laparoskopi yang mengandalkan insuflasi gas karbon dioksida (CO_2) ke dalam rongga abdomen dapat menimbulkan tantangan fisiologis yang kompleks, khususnya pada sistem respirasi dan kardiovaskular pasien di bawah pengaruh anestesi umum (Oktarisa *et al*., 2021).

Peningkatan tekanan intra-abdomen akibat pneumoperitoneum secara mekanis akan mendorong diafragma ke arah kranial. Perpindahan posisi diafragma ini menekan parenkim paru, sehingga menyebabkan penurunan *Functional Residual Capacity (FRC)*, penurunan kompliens paru, serta peningkatan resistensi

jalan napas. Kondisi ini memicu terjadinya atelektasis kompresif pada area basal paru dan mengganggu keseimbangan ventilasi-perfusi. Manifestasi klinis dari perubahan patofisiologis ini adalah penurunan cadangan oksigen alveolar secara drastis, yang menempatkan pasien pada risiko tinggi mengalami desaturasi oksigen yang cepat apabila terjadi gangguan pada kontinuitas ventilasi. Studi melaporkan bahwa kejadian hipoksemia pada pasien laparoskopi mencapai 10,02% dan meningkat hingga 22,5% pada pasien usia lanjut di mana sebagian besar disebabkan oleh rekrutmen alveolar yang tidak adekuat dan kolapsnya jalan napas bawah selama periode pemulihan anestesi (Chen *et al*., 2025).

Selama operasi laparoskopi yang berlangsung relatif lama, kepatenan jalan napas dipertahankan menggunakan *Endotracheal Tube (ETT)*. Keberadaan selang nafas di dalam trakea serta paparan gas anestesi dapat merangsang produksi sekret dan mukus yang berlebihan. Akumulasi sekret ini berpotensi menyumbat jalan napas, meningkatkan kerja napas, dan mengganggu pertukaran gas. Oleh karena itu, tindakan *Endotracheal Suction (ETS)* menjadi suatu tindakan klinis yang mutlak dilakukan menjelang proses ekstubasi guna memastikan jalan napas pasien bersih dan paten setelah kriteria pemulihan klinis terpenuhi. Prosedur pengisapan lendir secara konvensional bukan tanpa risiko. Studi epidemiologi klinis mencatat bahwa komplikasi terkait tindakan *suction* terbuka memiliki prevalensi yang cukup tinggi, di mana sekitar 35% pasien mengalami penurunan saturasi oksigen secara mendadak di bawah 92% selama kanulasi berlangsung, dan hingga 5% kasus dapat berkembang menjadi bronkospasme berat atau insiden hipoksemia pasca ekstubasi yang mengancam nyawa (Jahromi *et al*., 2023).

Tantangan utama dari tindakan *suction* dengan sistem terbuka (*open suction*) adalah melepaskan sirkuit ventilator untuk sementara waktu. Prosedur ini tidak hanya menghentikan pasokan oksigen secara mendadak (interupsi ventilasi), tetapi tekanan negatif yang diaplikasikan oleh kateter *suction* juga menyedot gas dan udara dari dalam alveoli. Akibatnya, cadangan oksigen di dalam paru terserap habis, kolaps alveoli meluas, dan penurunan saturasi oksigen tidak dapat. Pada pasien pasca-laparoskopi yang kapasitas residu fungsionalnya telah terpengaruh oleh sisa efek pneumoperitoneum, toleransi terhadap periode apnea atau interupsi ventilasi ini menjadi sangat rendah, sehingga risiko hipoksemia menjadi meningkat (Marleza Oktavia *et al*., 2024).

Risiko desaturasi dapat diatasi dengan strategi protektif berupa tindakan hiperoksigenisasi sebelum prosedur *suction*. Hiperoksigenisasi dilakukan dengan memberikan fraksi oksigen inspirasi (FiO_2) tinggi hingga 100% dalam durasi waktu tertentu guna membasuh (denitrogenasi) kapasitas residu fungsional paru. Proses ini menggantikan gas nitrogen di alveoli dengan oksigen murni, sehingga memperbesar cadangan oksigen tubuh dan memperpanjang waktu aman pasca-interupsi ventilasi sebelum desaturasi terjadi, atau yang dikenal dengan istilah *safe apnea time*. Pemilihan fraksi oksigen secara spesifik dalam intervensi ini adalah untuk menginduksi gradien tekanan parsial oksigen alveolar (PAO_2) secara tinggi, yang secara fisiologis memperluas margin toleransi apnea aman dari 1–2 menit. Hal ini sebagai kompensasi hemodinamik respirasi yang aman bagi pasien dengan kompliens paru yang terkompromi oleh efek sisa penekanan gas CO_2 intra-abdomen (Marleza Oktavia *et al*., 2024).

Hiperoksigenisasi telah banyak diterapkan pada pasien di Unit Perawatan Intensif (ICU), tetapi terdapat *research gap* yang nyata ditemukan pada fase transisi

kritis pra-ekstubasi di kamar operasi, khususnya pada pasien pasca-bedah laparoskopi yang posisinya baru saja diubah dari posisi ekstrem seperti trendelenburg (kaki mengarah ke atas dan kepala ke bawah) kembali ke supine normal. Protokol anestesi standar rumah sakit sebagian besar belum mengatur secara ketat mengenai durasi penambahan cadangan oksigen yang optimal sebelum pembersihan jalan napas dijalankan. Berdasarkan latar belakang patofisiologis dan kesenjangan data klinis tersebut, penelitian ini dirancang untuk menganalisis secara mendalam pengaruh hiperoksigenisasi terhadap perubahan saturasi oksigen saat tindakan *suction* sebelum ekstubasi pada pasien laparoskopi.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental semu (*quasi-experimental*) dengan model rancangan *pre-post test with control group* tanpa randomisasi penuh. Pelaksanaan penelitian berlangsung mulai tanggal 6 Maret hingga 8 Mei 2026 di Instalasi Bedah Sentral (IBS) Rumah Sakit Umum Daerah PKU Muhammadiyah Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien laparoskopi yang menjalani anestesi umum dengan pemasangan *endotracheal tube* (*ETT*) dan tindakan *suction* menjelang ekstubasi. Perhitungan besar sampel minimum dihitung menggunakan rumus uji beda dua mean independen untuk membandingkan dua kelompok, di mana parameter yang ditetapkan adalah tingkat signifikansi 5% ($Z_{1-\alpha/2} = 1{,}96$), kekuatan uji atau *power* penelitian sebesar 80% ($Z_{1-\beta} = 0{,}84$), standar deviasi (σ) sebesar 2 berdasarkan variasi perubahan saturasi oksigen literatur sekitar 1–2%, serta estimasi perbedaan rerata perubahan SpO_2 antar kelompok (Δ) sebesar 1,5. Berdasarkan rumus tersebut, diperoleh ukuran sampel dasar sebesar 28 responden per kelompok. Setelah mengantisipasi risiko lepas dari pengamatan (*drop-out*) sebesar 10% melalui formulasi kompensasi, diperoleh angka 30,8 yang kemudian dibulatkan oleh peneliti menjadi ketetapan final sebanyak 30 responden pada masing-masing kelompok, sehingga total keseluruhan sampel dalam penelitian ini adalah 60 responden.

Guna meminimalkan risiko bias seleksi (*selection bias*), pembagian 60 responden ke dalam dua kelompok dilakukan menggunakan metode alokasi *cluster* berdasarkan unit waktu pelaksanaan. Pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan menjalani operasi pada minggu ganjil secara otomatis dialokasikan ke dalam kelompok intervensi ($n = 30$), sedangkan pasien yang menjalani operasi pada minggu genap dialokasikan ke dalam kelompok kontrol ($n = 30$) yanf dipilih melalui jadwal operasi dan rekam medis pasien. Populasi dalam penelitian ini adalah pasien yang menjalani prosedur bedah laparoskopi elektif dengan pembiusan anestesi umum dan intubasi *ETT*. Kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi: pasien berusia antara 18 - 59 tahun, memiliki status fisik *American Society of Anesthesiologists* (ASA) kelas I atau II, serta memerlukan tindakan *suction* jalan napas sebelum proses ekstubasi dilakukan. Sementara itu, kriteria eksklusi terdiri dari: pasien yang mengalami komplikasi anestesi berat selama operasi, memiliki riwayat penyakit paru obstruktif atau restriktif berat, mengidap gangguan kardiovaskular tidak terkontrol, serta pasien yang mengalami konversi tindakan pembedahan dari laparoskopi menjadi laparotomi terbuka di tengah prosedur. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan RS PKU Muhammadiyah Gamping No.073/KEP-PKU/III/2026.

Sebelum pengambilan data dimulai, peneliti memberikan penjelasan mengenai tujuan, prosedur, serta jaminan kerahasiaan data kepada calon responden atau keluarga yang bertanggung jawab, dilanjutkan dengan penandatanganan lembar persetujuan tertulis (*informed consent*).

Prosedur pelaksanaan pada kelompok intervensi diawali segera setelah pembedahan selesai dan posisi tubuh pasien dikembalikan dari posisi spesifik (seperti trendelenburg) ke posisi telentang (*supine*) normal. Sebelum tindakan *suction* dijalankan, penata anestesi memberikan hiperoksigenisasi dengan FiO_2 sebesar 100% selama 1 menit kontinu yang dialirkan menggunakan teknik *manual bagging* ventilator, dengan target volume tidal yang disesuaikan 6–8 mL/kg berat badan ideal pasien. Setelah periode 1 menit terpenuhi, sirkuit ventilator diputus sementara (*open suction*), lalu kateter *suction* steril nomor 12F dimasukkan untuk melakukan pembersihan sekret dengan tekanan negatif yang diatur konstan pada rentang 80–120 mmHg dengan durasi maksimal 10–15 detik per siklus. Pada kelompok kontrol, tindakan *suction* dilakukan sesuai dengan prosedur standar (SOP) rutin rumah sakit menggunakan parameter tekanan dan durasi yang sama, namun tanpa adanya intervensi pemberian hiperoksigenisasi tambahan (FiO_2 standar pascaoperasi). Parameter saturasi oksigen (SpO_2) diukur secara *real-time* menggunakan *pulse oximeter* yang terintegrasi pada monitor anestesi standar kamar operasi, di mana nilai dicatat pada saat *pre-test* (tepat sebelum *suction*) dan *post-test* (1 minut setelah sirkuit disambungkan kembali).

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik. Uji normalitas data menggunakan uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikansi data SpO_2 berdistribusi tidak normal ($p < 0{,}05$). Oleh karena itu, analisis statistik dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik. Uji Wilcoxon *Signed-Rank Test* digunakan untuk menilai perubahan dan signifikansi nilai SpO_2 sebelum dan sesudah tindakan di dalam masing-masing kelompok, sedangkan uji Mann-Whitney *U Test* diaplikasikan untuk menganalisis perbedaan selisih perubahan efek saturasi oksigen (ΔSpO_2) antar kelompok kontrol dan kelompok intervensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisa univariat digunakan untuk memberikan gambaran dan penjelasan tentang variabel yang diteliti. Guna memastikan bahwa kedua kelompok layak untuk dibandingkan (*comparable*), uji homogenitas dilakukan menggunakan uji *Chi-Square.* Hasil disajikan dalam tabel berikut :

Karakteristik Responden

Tabel 1: Distribusi Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin, Usia, Status Fisik ASA, Kelompok dan Jenis Pembedahan Di RS PKU Muhammadiyah Gamping Tahun 2026 (n=30)

Karakteristik	**Kategori**	**Kelompok Intervensi**		**Kelompok Kontrol**	
		f	**%**	***f***	**%**
Jenis Kelamin	Laki – laki	10	33.3	12	40

Karakteristik	Kategori	Kelompok Intervensi		Kelompok Kontrol	
		f	%	*f*	%
	Perempuan	20	66.7	18	60
Total		30	100	30	100
Usia	18 – 30 tahun	5	16.7	12	40.0
	31 – 45 tahun	15	50.0	10	33.3
	46 – 59 tahun	10	33.3	8	26.7
Total		30	100	30	100
Status Fisik ASA	ASA I	8	26.7	18	60
	ASA II	22	73.3	12	40
Total		30	100	30	100
Jenis Operasi	Laparoskopi Adhesiolisis	2	6.7	3	10.0
	Laparoskopi Appendicitis	8	26.7	10	33.3
	Laparoskopi KET	1	3.3	1	3.3
	Lapraskopi Kista	1	3.3	1	3.3
	Laparoskopi Kolelitiasis	18	60	15	50.0
Total		30	100	30	100

Sumber data primer, 2026

Berdasarkan tabel (1), diketahui bahwa mayoritas responden pada kedua kelompok adalah perempuan yaitu 66,7% pada kelompok intervensi dan 60% pada kelompok kontrol dan didominasi oleh tindakan laparoskopi kolelitiasis yaitu 60% pada kelompok intervensi dan 50,0% pada kelompok kontrol. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai *p value > 0,05* pada variabel jenis kelamin, rentang usia, dan jenis operasi, yang membuktikan bahwa karakteristik dasar responden berdistribusi merata atau homogen di antara kedua kelompok. Komparasi status fisik ASA menunjukan perbedaan sebaran yang signifikan (p = 0,009) di mana kelompok intervensi didominasi status ASA II sedangkan kelompok kontrol didominasi status ASA I. Kendati demikian, seluruh subjek berada dalam margin risiko sistemik ringan yang stabil sehingga variasi status ini dikendalikan melalui protokol monitoring hemodinamik ketat selama perioperatif.

Gambaran Status Oksigenisasi

Saturasi oksigen (SpO_2) suatu indikator penting dalam menilai status oksigenisasi selama periode perioperatif atau tindakan operasi. Khususnya pada tindakan *suction* yang menyebabkan penurunan oksigen pasien laparaskopi. Perubahan saturasi oksigen disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Distribusi Rata-rata Saturasi Oksigen Berdasarkan Kelompok Penelitian di RS PKU Muhammadiyah Gamping Tahun 2026 (n = 60)

Kelompok	*Pretest* (Mean ± SD)	*Posttest* (Mean ± SD)	ΔSpO_2 (Mean ± SD)
Kontrol	99,13% ± 0,68	97,37% ± 1,00	-1,77% ± 0,77
Intervensi	98,60 %± 0,77	99,50% ± 0,51	0,90% ± 0,88

Berdasarkan Tabel (2), diketahui bahwa pada kelompok kontrol yang tidak mendapatkan hiperoksigenisasi mengalami penurunan nilai rata-rata kadar oksigen darah pasca-tindakan dengan nilai delta perubahan negatif (ΔSpO_2) sebesar -1,77% ± 0,77 Sebaliknya, kelompok intervensi yang mendapatkan bantuan paparan oksigen murni sebelum pembersihan jalan napas terbukti mampu mempertahankan kestabilan pertukaran gas, ditandai dengan tren kenaikan nilai rata-rata saturasi yang menghasilkan nilai delta perubahan positif (ΔSpO_2) sebesar 0,90% ± 0,88.

Rata-rata Perbedaan Saturasi Oksigen Berdasarkan Kelompok

Perbedaan saturasi oksigen sebelum dan sesudah *suction* didalam kelompok kontrol dan kelompok intervensi perlu dilakukan uji untuk melihat perubahan nilai saturasi. Hasil analisis sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Uji *Wilcoxon* Perubahan Saturasi Oksigen Sebelum dan Sesudah *Suction* pada Kelompok Kontrol dan Intervensi

Kelompok	Perubahan SpO_2)	N	*Mean rank*	*Z*	*p-value*
Intervensi	Penurunan SpO_2)	1	6.00	-3.811	0.000
	Kenaikan SpO_2)	19	10.74		
	Tidak berubah	10			
	Total	**30**			
Kontrol	Penurunan SpO_2)	30	15.50	-4.862	0.000
	Kenaikan SpO_2)	0			
	Tidak berubah	0			
	Total	**30**			

Berdasarkan tabel (3), Hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa pada kelompok intervensi (hiperoksigenisasi) mayoritas responden terjadi peningkatan SpO_2 (19 responden), dengan nilai Z = -3,811 dan p-value = 0,000 ($p < 0,05$). Kelompok kontrol seluruh responden mengalami penurunan SpO_2 (30 responden), dengan nilai Z = -4,862 dan p-value = 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan yang signifikan sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelompok.

Rata-rata Perbedaan Saturasi Oksigen Berdasarkan Kelompok

Perbedaan ΔSpO_2 antara kelompok kontrol dan intervensi dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh perbandingan kelompok hiperoksigenisasi dan tanpa hiperoksigenisasi yang disajikan dalam tabel berikut

Tabel 4. Hasil Uji *Mann-Whitney* Perbedaan Perubahan Saturasi Oksigen (ΔSpO_2) antara Kelompok Kontrol dan Intervensi

Variabel	Kelompok	N	*Mean Rank*	*Z*	*p-value*	Keterangan
ΔSpO_2	Kontrol	30	15,72	-6,665	0,000	**Signifikan**
	Intervensi	30	45,28			

Berdasarkan Tabel (4), hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan pada

perubahan saturasi oksigen (ΔSpO_2). Kelompok intervensi (hiperoksigenisasi) memiliki nilai *mean rank* yang lebih tinggi (45,28), menunjukkan bahwa perubahan saturasi oksigen pada kelompok hiperoksigenisasi lebih baik dibandingkan kelompok kontrol (tanpa hiperoksigenisasi). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian hiperoksigenisasi sebelum tindakan *suction* berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan saturasi oksigen pada pasien laparoskopi dengan *endotracheal tube.*

PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil karakteristik responden tabel (1), distribusi parameter demografis seperti jenis kelamin, rentang usia, serta jenis tindakan pembedahan memperlihatkan pola penyebaran yang relatif setara dan homogen di antara kelompok intervensi dan kontrol berdasarkan hasil uji homogenitas dimana *p-value* > 0,05. Hal ini mengonfirmasi bahwa variabilitas individual tidak bertindak sebagai prediktor perancu yang memengaruhi fluktuasi kadar oksigen selama tindakan jalan napas dilakukan. Meskipun terdapat perbedaan bermakna pada sebaran status fisik ASA ($p = 0{,}009$) di mana kelompok intervensi didominasi oleh pasien ASA II (73,3%), kondisi klinis seluruh subjek secara umum berada dalam status kompensasi fisiologis yang stabil (penyakit sistemik ringan tanpa keterbatasan fungsional). Berdasarkan prinsip asuhan anestesi, pasien dengan klasifikasi ASA I dan II memiliki kapasitas fungsional respiratorik dan cadangan ambilan oksigen dasar yang setara sebelum pembedahan dimulai (*American Society of Anesthesiologists*, 2025).

Dalam perspektif fisiologi respirasi, pertambahan usia di atas 40 tahun secara linier berisiko menyebabkan penurunan kapasitas difusi gas, elastisitas jaringan paru, serta volume cadangan inspirasi (Culley *et al*., 2021). Distribusi karakteristik subjek pada penelitian ini terbagi secara merata di kedua kelompok, maka pengaruh bias yang ditimbulkan oleh faktor variabilitas individual (seperti usia dan status fisik dasar) dapat dikendalikan dengan baik. Dengan demikian, perbedaan nilai saturasi oksigen periferal yang terdokumentasi pasca-tindakan murni merupakan representasi dari efek langsung intervensi hiperoksigenisasi yang diberikan.

Perubahan saturasi oksigen sebelum dan sesudah tindakan *suction* tanpa hiperoksigenisasi

Berdasarkan tabel (3), terdapat temuan pada kelompok kontrol, di mana seluruh responden (30 pasien) mengalami penurunan nilai saturasi oksigen pasca-*suction* dengan nilai rata-rata delta penurunan (ΔSpO_2) sebesar -1,77% ± 0,77, menyingkap fenomena patofisiologis yang kerap terjadi di kamar operasi. Tindakan pengisapan lendir secara terbuka (*open suctioning*) mengharuskan penata anestesi untuk memutuskan (*disconnect*) sambungan selang *ETT* pasien dari sirkuit ventilator mekanik untuk beberapa saat. Interupsi ventilasi ini secara langsung menghentikan pasokan oksigen murni kontinu ke dalam jalan napas, sehingga menempatkan pasien dalam kondisi apnea transien.

Kondisi apnea transien ini diperberat secara teknikal oleh tekanan negatif (80–120 mmHg) dari mesin *suction*. Ketika kateter dimasukkan ke dalam lumen trakea, mesin tidak hanya menghisap material sekret atau mukus, tetapi juga menyedot volume gas residu yang berada di dalam saluran napas bawah dan alveoli. Pengosongan gas ini memicu kolapsnya unit-unit alveoli yang masih berfungsi,

sebuah fenomena yang dikenal sebagai atelektasis akibat pengisapan (*suction-induced atelectasis)*. Akibat meluasnya area kolaps paru, luas permukaan membran alveolar yang tersedia untuk proses pertukaran gas menyusut tajam, mencetuskan terjadinya penurunan kadar SpO2 di sirkulasi perifer (Misirlioglu *et al*., 2022).

Pada populasi spesifik pasien yang baru saja menjalani operasi laparoskopi, kerentanan terhadap kolaps alveoli dan desaturasi oksigen ini berlipat ganda. Efek residual dari insuflasi gas CO2 (pneumoperitoneum) dan posisi pembedahan spesifik secara mekanis telah menekan diafragma ke atas dan memicu atelektasis basal yang persisten hingga fase pemulihan. Sisa gas yang terjebak di rongga abdomen menurunkan kapasitas residu fungsional (*FRC*) paru di bawah volume penutupan (*closing volume).* Oleh sebab itu, ketika interupsi ventilasi dan hisapan tekanan negatif *suction* diaplikasikan pada pasien pasca-laparoskopi, cadangan oksigen alveolar yang memang sudah minimal akan habis dalam waktu yang jauh lebih cepat dibandingkan pasien pasca-bedah terbuka (laparotomi), menjelaskan mengapa seluruh subjek pada kelompok kontrol mengalami penurunan SpO2 tanpa terkecuali (Apfelbaum *et al*., 2022).

Pengaruh Hiperoksigenisasi Terhadap Perubahan Saturasi Oksigen (SpO_2)

Perbandingan dengan kelompok kontrol, hasil analisis pada kelompok intervensi menunjukan efektivitas protektif yang nyata dari pemberian hiperoksigenisasi FiO2 100% selama 1 menit sebelum tindakan *suction*. Berdasarkan data kelompok intervensi, nilai rerata SpO_2 kelompok ini meningkat secara signifikan dari 98,60% ± 0,77 menjadi 99,50% ± 0,51, dengan mayoritas responden (19 orang) mengalami kenaikan kadar oksigen darah dan 10 orang mampu mempertahankan nilai saturasinya tetap pada batas maksimal (100%).

Responden menghirup oksigen dengan kadar fraksi maksimal (FiO2 100%) dalam durasi 1 menit memicu proses denitrogenasi di dalam paru. Dalam kondisi bernapas dengan udara kamar, sebagian besar volume gas yang mengisi ruang alveoli adalah nitrogen (sekitar 79%). Pemberian oksigen murni dosis tinggi akan menggeser dan membasuh gas nitrogen tersebut keluar dari paru, menggantikannya dengan molekul oksigen murni. Proses pengisian ini secara eksponensial meningkatkan tekanan parsial oksigen di dalam alveoli (PAO2), yang bertindak sebagai tangki atau cadangan oksigen alveolar yang sangat besar.

Ketersediaan cadangan oksigen alveolar yang melimpah ini secara dramatis memperpanjang waktu toleransi apnea aman (*safe apnea time*) bagi pasien. Ketika selang *ETT* dilepas dari ventilator dan sirkuit interupsi terjadi selama prosedur *suction*, tubuh pasien tidak langsung mengalami kekurangan pasokan oksigen karena proses difusi gas dari alveoli ke dalam kapiler darah tetap berjalan dengan adekuat, memanfaatkan sisa tekanan parsial oksigen tinggi yang telah ditimbun selama fase hiperoksigenisasi. (Azam Danish, 2021; Prazak *et al*., 2025). Meskipun tekanan negatif kateter *suction* menyedot sejumlah gas dari paru, pasokan oksigen darah arteri tetap dapat dipertahankan pada level optimal, sehingga mencegah terjadinya desaturasi di tingkat jaringan perifer.

Terdapat 10 responden pada kelompok intervensi yang dikategorikan sebagai *Ties* (tidak mengalami perubahan nilai saturasi) terjadi karena status SpO2 awal pasien sebelum tindakan memang sudah mencapai nilai puncaknya, yaitu 99% hingga 100%. Pada kondisi ini, penambahan cadangan oksigen melalui hiperoksigenisasi bermanifestasi sebagai efek protektif yang menjaga nilai SpO2 tetap bertahan di angka maksimal selama periode kritis pengisapan lendir, tanpa

mengalami penurunan sedikit pun. Sementara itu, tercatat adanya 1 responden pada kelompok intervensi yang tetap mengalami penurunan saturasi. Kasus individual ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor teknis atau klinis subjektif, seperti viskositas sekret yang sangat kental sehingga memerlukan durasi manipulasi kateter *suction* yang lebih lama di dalam trakea, atau adanya respon spasme jalan napas transien pada pasien tersebut saat kateter menyentuh karina trakea (Blakeman *et al*., 2022).

Secara keseluruhan, hasil uji komparatif *Mann-Whitney* yang menghasilkan nilai p-value = 0,000 (Tabel 4) membuktikan bahwa hiperoksigenisasi FiO2 100% selama 1 menit sebelum tindakan *open suction* memberikan pengaruh signifikan dalam menjaga stabilitas oksigenasi dibandingkan dengan metode pengisapan standar. Temuan ini memperkuat dan memperluas hasil penelitian terdahulu oleh Oktarisa, Amaliya, & Nugroho (2023) yang menyatakan bahwa optimalisasi fraksi oksigen sebelum manipulasi jalan napas adalah intervensi keperawatan anestesiologi yang krusial. Strategi preventif ini terbukti mampu mengompensasi penurunan kapasitas residu fungsional akibat efek sisa pneumoperitoneum pada pasien laparoskopi, meminimalkan fluktuasi respirasi, meningkatkan keselamatan pasien (*patient safety*), serta mendukung kelancaran proses ekstubasi pasca-anestesi umum di kamar operasi (Mohammed, 2025).

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu hanya berfokus pada pengukuran saturasi oksigen (SpO_2) tanpa mengkaji lebih dalam parameter lain seperti frekuensi *suction*, hasil laboratorium (Hb), frekuensi napas (RR), tekanan darah, denyut nadi, dan teknik operator, sehingga hasil penelitian belum menggambarkan kondisi fisiologis pasien secara menyeluruh.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian yang melibatkan 60 responden di RS PKU Muhammadiyah Gamping, dapat disimpulkan bahwa pemberian intervensi hiperoksigenisasi dengan FiO_2 100% selama 1 menit sebelum tindakan *suction endotracheal tube* (ETS) memberikan pengaruh yang signifikan dan efektif dalam mempertahankan stabilitas serta mencegah penurunan saturasi oksigen (SpO_2) pada pasien yang menjalani operasi laparoskopi dalam pembiusan anestesi umum. Kelompok pasien yang tidak mendapatkan hiperoksigenisasi menunjukkan tren penurunan saturasi oksigen yang konstan akibat efek interupsi ventilasi dan tekanan negatif *suction* yang diperberat oleh sisa dampak pneumoperitoneum. Sebaliknya, tindakan hiperoksigenisasi mampu mengoptimalkan cadangan oksigen alveolar (*safe apnea time*), sehingga mampu melindungi pasien dari risiko desaturasi selama fase kritis pra-ekstubasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi kepada direktur beserta seluruh staf klinis Instalasi Bedah Sentral RS PKU Muhammadiyah Gamping atas izin, dukungan fasilitas, dan kerja sama yang luar biasa selama proses pengambilan data penelitian dilaksanakan. Ucapan terima kasih yang tulus juga peneliti persembahkan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan ilmiah yang sangat berharga, serta kepada seluruh pasien responden yang telah berpartisipasi dengan sukarela dalam riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

Apfelbaum, J. L., Hagberg, C. A., Connis, R. T., Abdelmalak, B. B., Agarkar, M., Dutton, R. P., Fiadjoe, J. E., Greif, R., Klock, P. A., Mercier, D., Myatra, S. N., O'Sullivan, E. P., Rosenblatt, W. H., Sorbello, M., & Tung, A. (2022). 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*, *136*(1), 31–81. https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004002

American Society of Anesthesiologists. (2025). ASA Physical Status Classification System. Schaumburg, IL: ASA Author.

Azam Danish, M. (2021). Preoxygenation and Anesthesia: A Detailed Review. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.13240

Blakeman, T. C., Scott, J. B., Yoder, M. A., Capellari, E., & Strickland, S. L. (2022). AARC Clinical Practice Guidelines: Artificial Airway Suctioning. *Respiratory Care*, *67*(2), 258–271. https://doi.org/10.4187/respcare.09548

Chen, X., Gu, K., Yang, Y., Zhou, B., Mo, Y., & Tu, Y. (2025). THRIVE Prevent Postoperative Hypoxemia in Elderly Patients Undergoing Laparoscopic Surgery in PACU: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, *18*, 2651–2660. https://doi.org/10.2147/JMDH.S520952

Culley, D. J., Bigatello, L., & Pesenti, A. (2021). Respiratory physiology for the anesthesiologist. In *This Month in Anesthesiology* (Vol. 130).

Jahromi, F. F., Poornoroz, N., Najafipoor, S., Rahimi, M., & Najafi, M. (2023). Best-Practice Interventions: How Can You Prevent Endotracheal Suctioning Associated Complications? *Archives of Pharmacy Practice*, *13*(2), 127–131. https://doi.org/10.51847/meyopwqajz

Marleza Oktavia, Vincencius Surani, & Dheni Koerniawan. (2024). Pemberian Hiperoksigenasi Pada Proses Open Suction Terhadap Perubahan Saturasi Oksigen di ICU. *Jurnal Ventilator*, *2*(3), 11–23. https://doi.org/10.59680/ventilator.v2i3.1234

Misirlioglu, M., Horoz, O. O., Yildizdas, D., Ekinci, F., Yontem, A., Menemencioglu, A., & Salva, G. (2022). The Effects of Endotracheal Suctioning on Hemodynamic Parameters and Tissue Oxygenation in Pediatric Intensive Care Unit. *Journal of Pediatric Intensive Care*, *11*(04), 349–354. https://doi.org/10.1055/s-0040-1721725

Mohammed, H. M. (2025). Effects of Hyper-oxygenation techniques on arterial blood gases and hemodynamic status after endotracheal suctioning. In *Rawal Medical Journal* (Vol. 50, Number 3).

Oktarisa, A., Kristinawati, B., & Kurniasari. (2021). *Penerapan Hiperoksigenasi Sebagai Evidence Based Nursing untuk Meningkatkan Saturasi Oksigen pada Pasien Kritis yang Terpasang Endotracheal Tube*. *VOL.2 NO.2*. https://doi.org/https://doi.org/10.51851/jrmk.v2i2.57

Pehlivan, V. F., Pehlivan, B., Celik, H., Duran, E., Taskın, A., Taskın, S., & Tatlı, F. (2025). Investigation of the Acute Effects of Two Different Preoxygenation Methods on Neurodegenerative Biomarkers in Laparoscopic Cholecystectomy Surgery. *Medicina (Lithuania)*, *61*(2). https://doi.org/10.3390/medicina61020167

Prazak, J., Schenk, N. V., Schefold, J. C., Bachmann, K. F., & Berger, D. (2025). Effects of Preoxygenation with Intratracheal Suctioning during Extubation:

An Alternating Cluster-Controlled Trial (INtratracheal suctioning and oxygenation at Extubation [INNOVATE]). *Critical Care Medicine*. https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006819

Savitri, R., Syamsuddin, F., Febriona, R., & Usu, S. Q. (2025). *Analisis Early Oral Intake Pada Pasien Operasi Bedah Laparaskopi Di Ruangan Bedah Rsud Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo*. https://oaj.jurnalhst.com/index.php/jka/article/view/22567/23747