



Pengaruh Endometriosis dan Tatalaksana Pembedahan terhadap Cadangan Sel Telur: Literature Review

Rayhan Aneflin Ramadhan, Reino Raimbey, Darma Syanty

Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia

aneflinr@gmail.com

Abstrak

Endometriosis merupakan kelainan ginekologi inflamasi kronis yang menyerang 10–15% wanita usia reproduksi dan berisiko menurunkan cadangan sel telur (ovarian reserve) sehingga memicu infertilitas. Penulisan literature review ini bertujuan untuk meninjau bukti klinis, mekanisme patofisiologi, serta dampak pembedahan terhadap cadangan sel telur guna memberikan rekomendasi tatalaksana berbasis bukti. Tinjauan pustaka dilakukan dengan menganalisis studi klinis, kohort, dan meta-analisis terkait parameter cadangan sel telur (Anti-Müllerian Hormone [AMH], Antral Follicle Count [AFC], dan Follicle-Stimulating Hormone [FSH]) dari basis data PubMed, Google Scholar, Scopus, dan Cochrane Library (periode 2001–2026). Hasil penelusuran menunjukkan bahwa pasien dengan endometrioma, endometriosis superfisial, maupun Deep Infiltrating Endometriosis (DIE) memiliki kadar AMH baseline yang signifikan lebih rendah akibat inflamasi kronis, stres oksidatif, dan fenomena follicular burn-out. Kondisi ini diperparah secara iatrogenik oleh tindakan kistektomi laparoskopik yang menyebabkan penurunan AMH menetap hingga 54,2% pada bulan 9–18 pasca-bedah, terutama pada kasus kistektomi bilateral (mencapai 57%), kista >7 cm, serta penggunaan hemostasis energi bipolar. Terjadi pula diskrepansi di mana AMH menurun drastis sedangkan AFC relatif stabil, menandakan AMH lebih sensitif mendeteksi deplesi iatrogenik. Kesimpulannya, endometriosis dan tindakan pembedahan sama-sama berkontribusi terhadap penurunan cadangan sel telur. Tatalaksana pasien usia reproduksi yang menginginkan fertilitas harus dipersonalisasi dengan menerapkan teknik bedah ovarian-sparing, mempertimbangkan In Vitro Fertilization (IVF) langsung, serta melakukan pemeriksaan rutin AMH/AFC dan konseling pra-operasi mengenai risiko iatrogenik.

Kata kunci: Cadangan Sel Telur, Endometriosis, Follicular Burn-out, Kistektomi Laparoskopik, Anti-Müllerian Hormone.

Abstract

Endometriosis is a chronic inflammatory gynecological disorder affecting 10–15% of women of reproductive age and is associated with a reduced ovarian reserve, potentially leading to infertility. This literature review aims to examine clinical evidence, pathophysiological mechanisms, and the impact of surgical interventions on ovarian reserve to provide evidence-based management recommendations. The literature review was conducted by analyzing clinical studies, cohort studies, and meta-analyses related to ovarian reserve parameters, including Anti-Müllerian Hormone (AMH), Antral Follicle Count (AFC), and Follicle-Stimulating Hormone (FSH), retrieved from PubMed, Google Scholar, Scopus, and the Cochrane Library (2001–2026). The findings indicate that patients with endometriomas, superficial endometriosis, and Deep Infiltrating Endometriosis (DIE) exhibit significantly lower baseline AMH levels due to chronic inflammation, oxidative stress, and the follicular burn-out phenomenon. This condition is further exacerbated by iatrogenic effects of laparoscopic cystectomy, resulting in a persistent reduction in AMH levels of up to 54.2% at 9–18 months postoperatively, particularly in cases of bilateral cystectomy (up to 57%), cysts larger than 7 cm, and the use of bipolar energy for hemostasis. A discrepancy was also observed, in which AMH levels declined substantially while AFC remained relatively stable, indicating that AMH is more sensitive in detecting iatrogenic ovarian reserve depletion. In conclusion, both endometriosis and surgical interventions contribute to diminished ovarian reserve. Management of reproductive-aged patients desiring fertility should be individualized by implementing ovarian-sparing surgical techniques, considering direct In Vitro Fertilization (IVF), and performing routine AMH/AFC assessments alongside preoperative counseling regarding iatrogenic risks.

Keywords: Ovarian Reserve, Endometriosis, Follicular Burn-out, Laparoscopic Cystectomy, Anti-Müllerian Hormone.

1. Pendahuluan

Endometriosis adalah kelainan ginekologi inflamasi kronis yang ditandai dengan ditemukannya jaringan menyerupai endometrium di luar rongga uterus. Penyakit ini menyebabkan gejala nyeri panggul kronis, dismenore, dispareunia, hingga infertilitas. Prevalensi global endometriosis diperkirakan mencapai 10–18% pada wanita usia

reproduksi, serta melonjak hingga 31% pada populasi wanita dengan infertilitas dan 42% pada penderita nyeri panggul kronis. Data Global Burden of Disease (GBD) 2021 mencatat puncak insidens tertinggi terjadi pada usia 20–24 tahun (304,31 per 100.000 wanita).

Salah satu dampak klinis utama dari endometriosis adalah penurunan potensi fertilitas yang dimediasi oleh berkurangnya cadangan sel telur (ovarian reserve). Cadangan sel telur mencerminkan kuantitas dan kualitas oosit yang tersisa di dalam ovarium. Penilaian cadangan sel telur secara klinis umumnya diukur melalui kadar serum Anti-Müllerian Hormone (AMH), Antral Follicle Count (AFC) via ultrasonografi transvaginal, dan kadar Follicle-Stimulating Hormone (FSH) basal.

Penurunan cadangan sel telur pada pasien endometriosis terjadi melalui dua jalur utama: dampak destruktif dari penyakit itu sendiri (disease-related) dan kerusakan iatrogenik akibat tindakan bedah (surgery-related). Mengingat tingginya prevalensi endometriosis pada wanita usia muda, pemahaman komprehensif mengenai mekanisme patofisiologi dan efek tatalaksana bedah terhadap cadangan sel telur sangat krusial untuk menentukan strategi terapi yang tepat dan terpersonalisasi.

Endometriosis adalah kelainan ginekologi inflamasi kronis yang ditandai dengan ditemukannya jaringan menyerupai endometrium di luar rongga uterus, memicu gejala nyeri panggul kronis, dismenore, dispareunia, hingga infertilitas. Prevalensi global penyakit ini diperkirakan mencapai 10–18% pada wanita usia reproduksi, serta melonjak hingga 31% pada populasi wanita dengan infertilitas dan 42% pada penderita nyeri panggul kronis, dengan puncak insidens tertinggi terjadi pada usia 20–24 tahun menurut data Global Burden of Disease (GBD) 2021. Salah satu dampak klinis utamanya adalah penurunan potensi fertilitas yang dimediasi oleh berkurangnya cadangan sel telur (ovarian reserve)—mencakup kuantitas dan kualitas oosit yang tersisa di dalam ovarium—yang secara klinis diukur melalui kadar serum Anti-Müllerian Hormone (AMH), Antral Follicle Count (AFC) via ultrasonografi transvaginal, dan kadar Follicle-Stimulating Hormone (FSH) basal.

Penurunan cadangan sel telur ini terjadi melalui dua jalur utama: dampak destruktif dari penyakit itu sendiri (disease-related) dan kerusakan iatrogenik akibat tindakan bedah (surgery-related). Pada jalur pertama, kista endometrioma berisi cairan kental kaya akan zat besi bebas yang memicu reaksi Fenton dan menghasilkan reactive oxygen species (ROS) berlebih, sehingga timbul stres oksidatif kronis yang merusak DNA, memicu peroksidasi lipid, serta memicu apoptosis sel granulosa. Pada saat yang sama, timbul respon inflamasi kronis akibat infiltrasi sel imun yang memproduksi sitokin pro-inflamasi (seperti Tumor Necrosis Factor- α , Interleukin-1 beta, Interleukin-6, dan Vascular Endothelial Growth Factor) yang mengganggu vaskularisasi lokal dan menurunkan sensitivitas sel granulosa terhadap FSH. Selain itu, pertumbuhan kista di dalam parenkim menimbulkan tekanan mekanis dan peregangan korteks ovarium, merusak mikrosirkulasi kapiler hingga terjadi hipoksia lokal, fibrosis korteks, dan percepatan rekrutmen awal folikel (follicular burnout).

Di sisi lain, intervensi bedah seperti sistektomi juga berisiko tinggi merusak cadangan sel telur secara iatrogenik. Pembentukan adhesi dan jaringan fibrosis sering kali mengaburkan batas antara dinding kista dan korteks sehat, sehingga pembedahan dengan teknik stripping berisiko merestriksi dan mengangkat parenkim ovarium normal yang mengandung folikel primordial. Penggunaan energi elektrobedah bipolar untuk hemostasis turut memancarkan panas termal yang merusak folikel sekitar serta memicu trombosis pembuluh darah, sementara diseksi di area hilus atau dekat ligamen infundibulopelvic berpotensi mencederai arteri ovarium hingga terjadi iskemia kronis pasca-bedah.

Mengingat tingginya prevalensi endometriosis pada wanita usia muda, pemahaman komprehensif mengenai mekanisme patofisiologi ini sangat krusial untuk menentukan strategi terapi yang tepat dan terpersonalisasi. Evaluasi berkala melalui kadar AMH serum, pemeriksaan AFC, dan tes FSH basal menjadi langkah kunci untuk memantau sisa fungsi ovarium. Sebagai langkah preventif dan preservasi fertilitas, penanganan klinis hendaknya mengombinasikan skrining pre-operatif yang ketat, penerapan teknik bedah presisi minimal termal (seperti penggunaan sutura, agen hemostatik topikal, atau laser CO₂), pertimbangan opsi kriopreservasi oosit atau embrio sebelum operasi, serta pemberian terapi supresi hormonal pasca-bedah demi menekan risiko rekurensi kista dan menjaga potensi reproduksi jangka panjang pasien.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penulisan literature review ini dirancang secara sistematis dengan menelaah berbagai literatur ilmiah bereputasi yang dipublikasikan dalam rentang waktu antara tahun 2001 hingga 2026. Penelusuran kepustakaan dilakukan secara komprehensif dengan mengakses basis data terindeks internasional yang tepercaya, meliputi PubMed, Google Scholar, Scopus, dan Cochrane Library. Strategi pencarian literatur memanfaatkan kombinasi kata kunci spesifik serta frasa yang berkaitan erat dengan endometriosis, cadangan sel telur (ovarian reserve), biomarker ginekologi, serta dampak tindakan pembedahan.

Sintesis data yang dikumpulkan mencakup berbagai desain penelitian berkualitas tinggi guna memastikan validitas dan reliabilitas informasi yang disajikan. Literatur yang ditelaah meliputi hasil studi meta-analisis, studi kohort prospektif, hingga studi cross-sectional yang secara spesifik mengevaluasi dinamika serta perubahan biomarker cadangan sel telur pada pasien. Parameter utama yang dinilai dalam penelaahan ini berfokus pada kadar serum Anti-Müllerian Hormone (AMH), jumlah Antral Follicle Count (AFC) yang diukur melalui ultrasonografi transvaginal, serta kadar Follicle-Stimulating Hormone (FSH) basal.

Setiap studi yang terpilih dianalisis secara kritis untuk membandingkan kondisi biomarker cadangan sel telur pada fase pra-intervensi maupun pasca-intervensi bedah, seperti kistektomi atau teknik operasi ovarian-sparing. Penelusuran ini tidak hanya menyoroti perbandingan antara berbagai fenotipik endometriosis, tetapi juga menganalisis variasi hasil berdasarkan teknik pembedahan dan metode hemostasis yang digunakan. Melalui pendekatan sintesis data yang terstruktur ini, penulisan literature review mampu menyajikan pemahaman yang komprehensif, berbasis bukti klinis terbaru, serta relevan mengenai patofisiologi kerusakan ovarium dan implikasi klinisnya terhadap potensi fertilitas pasien.

3. Hasil dan Pembahasan

Bukti Klinis Pengaruh Endometriosis terhadap Cadangan Sel Telur

Penurunan kadar AMH baseline ditemukan secara konsisten pada berbagai fenotipe endometriosis, bahkan sebelum pasien menjalani tindakan pembedahan:

1. Endometrioma Ovarium: Meta-analisis oleh Muzii dkk. (2018) pada 2.842 subjek menunjukkan bahwa pasien endometrioma yang belum dioperasi memiliki kadar AMH baseline yang signifikan lebih rendah dibanding kontrol (Mean Difference -0,84 ng/mL; 95% CI: -1,16 hingga -0,52). Penurunan ini terbukti bersifat spesifik akibat patofisiologi endometriosis.
2. Endometriosis Tahap Awal dan Superfisial: Lemos dkk. (2008) serta Lessans dkk. (2023) melaporkan bahwa pasien dengan endometriosis superfisial/minimal tanpa kista ovarium pun mengalami penurunan AMH dan AFC yang signifikan dibanding kelompok kontrol. Ini mengindikasikan bahwa pengaruh buruk endometriosis dapat bekerja secara sistemik atau parakrin.
3. Deep Infiltrating Endometriosis (DIE): Studi oleh Alborzi dkk. (2025) pada 508 wanita menunjukkan bahwa kelompok DIE memiliki penurunan kadar AMH baseline yang setara dengan kelompok endometrioma ($p < 0,0001$), menandakan proses inflamasi invasif DIE turut merusak fungsi ovarium secara signifikan.

Bukti klinis secara konsisten menunjukkan bahwa endometriosis memberikan dampak negatif yang signifikan terhadap cadangan sel telur (ovarian reserve) bahkan sebelum pasien menjalani tindakan pembedahan. Penurunan parameter cadangan sel telur, terutama Anti-Müllerian Hormone (AMH) dan Antral Follicle Count (AFC), teridentifikasi pada berbagai fenotipe klinis penyakit ini, mulai dari lesi superfisial hingga bentuk yang lebih berat seperti endometrioma dan deep infiltrating endometriosis (DIE).

Pada fenotipe endometrioma ovarium, bukti meta-analisis yang dipublikasikan oleh Muzii dkk. (2018) melibatkan 2.842 subjek dan menemukan bahwa wanita dengan kista endometrioma yang belum dioperasi memiliki kadar serum AMH baseline yang signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol (Mean Difference -0,84 ng/mL; 95% CI: -1,16 hingga -0,52). Penurunan ini mengonfirmasi bahwa keberadaan kista itu sendiri

menimbulkan dampak toksik dan destruksi fungsional pada jaringan parenkim ovarium yang sehat, bukan sekadar komplikasi pasca-operatif.

Menariknya, efek penurunan cadangan sel telur ini tidak hanya terbatas pada pasien yang memiliki kista ovarium makroskopis. Penelitian oleh Lemos dkk. (2008) serta Lessans dkk. (2023) mengungkapkan bahwa pasien yang menderita endometriosis tahap awal atau endometriosis superfisial tanpa pembentukan kista ovarium tetap mengalami penurunan kadar AMH dan AFC yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol tanpa endometriosis. Temuan klinis ini memperkuat hipotesis bahwa mekanisme kerusakan jaringan ovarium tidak hanya dimediasi oleh efek massa atau tekanan lokal kista, melainkan juga driven oleh faktor inflamasi sistemik serta efek parakrin akibat sitokin pro-inflamasi yang beredar di rongga peritoneum dan cairan folikel.

Sementara itu, pada kasus Deep Infiltrating Endometriosis (DIE) Oposuatu bentuk endometriosis berat yang menginvasi struktur pelvis lebih mendalam dari 5 mm studi oleh Alborzi dkk. (2025) pada 508 wanita mencatat bahwa pasien dalam kelompok DIE mengalami penurunan kadar AMH baseline yang setara drastisnya dengan pasien pada kelompok endometrioma ovarium ($p < 0,0001$). Hal ini menegaskan bahwa lingkungan inflamasi kronis dan proses invasif yang masif pada DIE mampu mengganggu fungsi endokrin serta cadangan folikel ovarium secara signifikan, bahkan pada kondisi di mana lesi utama terletak di luar jaringan ovarium itu sendiri.

Secara keseluruhan, bukti-bukti klinis tersebut menegaskan pentingnya evaluasi awal cadangan sel telur secara rutin pada setiap pasien yang terdiagnosis endometriosis, tanpa memandang fenotipe atau tingkat keparahan lesi yang tampak secara kasat mata. Kerusakan pada folikel primordial yang terjadi secara progresif akibat paparan toksisitas, stres oksidatif, dan mediator inflamasi menggarisbawahi perlunya strategi penanganan yang cepat dan cermat. Penilaian baseline yang tepat memungkinkan para klinisi untuk merancang rencana tata laksana yang terpersonalisasi, mempertimbangkan risiko intervensi bedah, serta merekomendasikan langkah-langkah preservasi fertilitas sedini mungkin guna melindungi potensi reproduksi pasien di masa depan.

Tabel 1. Studi Komparatif Endometriosis terhadap Cadangan Sel Telur

No.	Penulis (Tahun)	Desain Studi	Parameter yang Dinilai	Hasil Utama	Kesimpulan
1	Muzii et al. (2018)	Meta-analisis	AMH	MD -0,84 ng/mL (95% CI -1,16; -0,52)	Endometrioma menurunkan AMH secara signifikan (7)
2	Tian et al. (2020)	Meta-analisis	AFC, AMH, FSH	Penurunan AFC dan AMH, peningkatan FSH	Endometriosis menurunkan cadangan sel telur, terutama stadium lanjut (8)
3	Lemos et al. (2008)	Studi kohort	AMH	$1,26 \pm 0,7$ vs $2,02 \pm 0,72$ ng/mL	Endometriosis awal menurunkan AMH (15)
4	Hock et al. (2001)	Studi kohort	FSH, E2 hari ke-3	Peningkatan FSH, E2 pada stadium III/IV	Penurunan cadangan sel telur progresif seiring stadium (14)
5	Papaleo et al. (2011)	Studi kohort	AFC	AFC lebih rendah pada DIE	DIE memperburuk penurunan cadangan sel telur (17)
6	Alborzi et al. (2025)	Cross-sectional	AMH baseline	AMH DIE < kelompok lain ($P < 0,0001$)	DIE setara dengan endometrioma menurunkan AMH (18)
7	Romanski et al. (2019)	Studi kohort	AMH	AMH lebih rendah pada endometriosis	Endometriosis menurunkan AMH secara independen (19)

8	Pacchiarotti et al. (2014)	Studi kohort	AMH	$0,97 \pm 0,59$ vs $1,72 \pm 0,63$ ng/mL	Endometriosis stadium lanjut menurunkan AMH drastis (10)
9	Lessans et al. (2023)	Studi kohort	AMH, AFC	Penurunan AMH dan AFC signifikan	Endometriosis superfisial juga menurunkan cadangan sel telur (16)
10	Harahap et al. (2014)	Cross-sectional	AMH	$2,30 \pm 1,8$ vs $3,75 \pm 2,13$ ng/mL ($p=0,005$)	Endometriosis menurunkan AMH pada populasi Indonesia (9)

Keterangan: AMH = Anti-Müllerian Hormone; AFC = Antral Follicle Count; FSH = Follicle-Stimulating Hormone; DIE = Deep Infiltrating Endometriosis; MD = Mean Difference; CI = Confidence Interval

Mekanisme Patofisiologi: Follicular Burn-Out dan Fibrosis

Penurunan cadangan sel telur secara alaminya akibat endometriosis dijelaskan melalui beberapa mekanisme molekuler dan histologis:

1. Inflamasi Kronis & Stres Oksidatif: Sitokin pro-inflamasi (IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF- α) dan peningkatan Reactive Oxygen Species (ROS) dalam cairan peritoneal serta cairan folikel menginduksi kerusakan DNA oosit, apoptosis sel granulosa, dan merusak lingkungan mikro folikulogenesis.
2. Fenomena Follicular Burn-Out: Hipotesis Kitajima (2022) menjelaskan bahwa inflamasi panggul lokal merusak struktur fungsional korteks ovarium yang menjaga masa dormansi folikel primordial. Hal ini mengaktifkan jalur sinyal PI3K/Akt/mTOR secara berlebihan, memicu aktivasi masif folikel primordial secara prematur yang diikuti oleh atresia folikel meluas.
3. Fibrosis Korteks Ovarium: Reaksi inflamasi kronis menginduksi deposisi kolagen dan transisi epitel-mesenkimal (dipicu oleh TGF- β), memicu fibrosis pada korteks ovarium yang mengurangi densitas folikel primordial secara ireversibel.

Mekanisme patofisiologi penurunan cadangan sel telur akibat endometriosis dijelaskan secara molekuler dan histologis melalui tiga proses utama yang saling berkorelasi erat. Pertama, keberadaan jaringan endometrium ektopik memicu akumulasi sitokin pro-inflamasi, seperti Interleukin-1 beta, Interleukin-6, Interleukin-8, dan Tumor Necrosis Factor-alpha, di dalam cairan peritoneal maupun mikrolingkungan folikel. Peningkatan paparan Reactive Oxygen Species (ROS) ini memicu stres oksidatif yang merusak integritas DNA oosit, menginduksi apoptosis sel granulosa pendukung, serta mempercepat penuaan dini pada folikel.

Kedua, terjadi fenomena follicular burn-out. Berdasarkan hipotesis Kitajima (2022), inflamasi panggul lokal merusak struktur fungsional korteks ovarium yang bertugas mempertahankan masa dormansi folikel primordial. Kerusakan tersebut memicu overaktivasi jalur sinyal PI3K/Akt/mTOR. Aktivasi masif ini memaksa folikel primordial bangkit dari masa istirahatnya secara prematur, yang pada akhirnya berujung pada atresia folikel secara meluas dan penyusutan cadangan oosit secara cepat.

Ketiga, terjadi fibrosis pada korteks ovarium. Reaksi inflamasi yang berlangsung persisten merangsang pelepasan Transforming Growth Factor-beta (TGF-beta). Sitokin ini memicu transisi epitel-mesenkimal serta deposisi serat kolagen secara berlebihan pada stroma ovarium. Akibatnya, korteks ovarium mengalami fibrosis ireversibel, yang merusak mikrosirkulasi pembuluh darah dan menurunkan densitas folikel primordial secara permanen. Secara keseluruhan, akumulasi dari stres oksidatif, pengurasan folikel akibat jalur PI3K/Akt/mTOR, serta pembentukan jaringan parut fibrotik pada korteks ovarium menjadi pendorong utama terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas cadangan sel telur pada penderita endometriosis.

Pengaruh Tatalaksana Bedah terhadap Cadangan Sel Telur

Tindakan kistektomi laparoskopik (teknik stripping) pada endometrioma membawa risiko kerusakan iatrogenik tambahan yang ireversibel:

1. Magnitudo Penurunan AMH: Meta-analisis Younis dkk. (2021) mengonfirmasi penurunan kadar AMH pasca-kistektomi sebesar 44,4% pada minggu 1–6, 35,1% pada bulan 2–6, dan 54,2% pada bulan 9–18 pasca-operasi. Tidak ditemukan pemulihan kadar AMH secara signifikan dalam jangka panjang.
2. Kistektomi Unilateral vs Bilateral: Younis dkk. (2018) melaporkan penurunan AMH pasca-bedah sebesar 39,5% pada kistektomi unilateral dan meningkat drastis hingga 57,0% pada kistektomi bilateral.
3. Faktor Teknik Bedah: Penggunaan energi koagulasi bipolar untuk hemostasis pasca-stripping terbukti memicu kerusakan termal (thermal damage) pada korteks ovarium sehat di sekitarnya. Penggunaan teknik penjahitan (suturing) atau agen hemostatik topikal terbukti lebih aman bagi preservasi folikel.
4. Diskrepansi AMH vs AFC Pasca-Bedah: Meta-analisis Muzii dkk. (2014) mencatat nilai AFC tidak mengalami perubahan yang signifikan pasca-bedah, berbeda dengan penurunan drastis pada AMH. Hal ini dikarenakan AFC hanya mengukur folikel antral yang sedang berkembang, sedangkan AMH mencerminkan total cadangan folikel primordial yang rusak akibat trauma korteks.

Tindakan kistektomi laparoskopik dengan teknik stripping pada kasus endometrioma membawa risiko kerusakan iatrogenik tambahan pada jaringan ovarium yang bersifat ireversibel. Kerusakan ini tercermin secara jelas dari magnitude penurunan kadar Anti-Müllerian Hormone (AMH) pasca-operasi. Berdasarkan meta-analisis oleh Younis dkk. (2021), terjadi penurunan kadar AMH sebesar 44,4% pada minggu ke-1 hingga ke-6, 35,1% pada bulan ke-2 hingga ke-6, dan melonjak hingga 54,2% pada bulan ke-9 hingga ke-18 pasca-kistektomi. Temuan ini menegaskan bahwa tidak ditemukan pemulihan kadar AMH yang signifikan dalam jangka panjang setelah tindakan bedah dilakukan.

Tingkat penurunan cadangan sel telur ini juga sangat dipengaruhi oleh lokasi dan luasnya intervensi operatif. Studi oleh Younis dkk. (2018) melaporkan bahwa kistektomi unilateral menyebabkan penurunan AMH pasca-bedah sebesar 39,5%, sedangkan pada kistektomi bilateral, angkanya meningkat secara drastis hingga mencapai 57,0%. Selain cakupan kista, faktor teknik bedah memegang peranan krusial. Penggunaan energi koagulasi bipolar untuk hemostasis pasca-stripping terbukti memicu kerusakan termal (thermal damage) pada korteks ovarium sehat di sekitarnya. Sebaliknya, penerapan teknik penjahitan (suturing) atau penggunaan agen hemostatik topikal terbukti jauh lebih aman dalam mempertahankan keberadaan folikel primordial.

Di sisi lain, terdapat fenomena diskrepansi antara respon parameter AMH dan Antral Follicle Count (AFC) pasca-bedah. Meta-analisis oleh Muzii dkk. (2014) mencatat bahwa nilai AFC sering kali tidak mengalami perubahan yang signifikan pasca-operasi, berbanding terbalik dengan penurunan drastis yang konsisten pada AMH. Diskrepansi ini terjadi karena AFC hanya mengukur folikel antral berukuran kecil yang sedang berkembang aktif pada siklus berjalan, sementara kadar AMH mencerminkan total populasi cadangan folikel primordial yang mengalami kerusakan ireversibel akibat trauma pada korteks ovarium.

Tabel 2. Perbandingan AMH, AFC, dan FSH Sebelum dan Sesudah Tindakan

Parameter	Sebelum Operasi	Setelah Operasi	Perubahan	Keterangan
AMH (ng/mL)				
Periode Dini (1-6 minggu)	3,2 ± 0,8	1,8 ± 0,6	-44,4%	Penurunan signifikan segera pasca-operasi (12)
Periode Menengah (2-6 bulan)	3,2 ± 0,8	2,1 ± 0,7	-35,1%	Penurunan masih signifikan (12)
Periode Lanjut (9-18 bulan)	3,2 ± 0,8	1,5 ± 0,5	-54,2%	Penurunan maksimal tanpa pemulihan (12)
AFC				
Sebelum vs Sesudah Operasi	8,5 ± 2,3	8,3 ± 2,5	Tidak signifikan	AFC relatif stabil pasca-operasi (23)

Ovarium yang dioperasi vs kontralateral	4,2 ± 1,5	3,8 ± 1,4	Tidak signifikan	Namun tetap lebih rendah dari sisi kontralateral (23)
FSH (IU/mL)				
Hari ke-3 siklus	6,5 ± 1,8	7,8 ± 2,1	Meningkat	Peningkatan meskipun tidak selalu signifikan secara statistik (8)

Keterangan: Nilai merupakan perkiraan berdasarkan meta-analisis Younis et al. (2021) dan Muzii et al. (2014). AMH = Anti-Müllerian Hormone; AFC = Antral Follicle Count; FSH = Follicle-Stimulating Hormone

Pertimbangan Klinis dan Algoritma Pendekatan Pasien

Pertimbangan tatalaksana pada wanita usia reproduksi yang menginginkan fertilitas harus menyeimbangkan antara manfaat penanganan nyeri/peningkatan kehamilan spontan dengan risiko penurunan cadangan ovarium:

1. Efek Kumulatif Usia: Penurunan cadangan sel telur akibat usia (age-related decline) bersifat kumulatif dengan deplesi akibat endometriosis. Pasien usia >35 tahun memiliki risiko kegagalan ovarium yang lebih tinggi jika menjalani kistektomi.
2. Prioritas IVF Langsung: Pada pasien infertilitas dengan endometrioma tanpa gejala nyeri hebat, rujukan langsung ke program IVF (In Vitro Fertilization) lebih direkomendasikan dibanding melakukan kistektomi terlebih dahulu.
3. Penerapan Ovarian-Sparing Techniques: Jika operasi terpaksa dilakukan, operator wajib menghindari eksisi berlebihan pada jaringan sehat, membatasi kauterisasi bipolar, serta memanfaatkan hemostasis via suturing atau agen hemostatik topikal.

Pertimbangan tatalaksana pada wanita usia reproduksi yang menginginkan fertilitas harus menyeimbangkan antara manfaat penanganan nyeri atau peningkatan peluang kehamilan spontan dengan risiko penurunan cadangan ovarium pasca-intervensi.

Efek penurunan cadangan sel telur akibat bertambahnya usia (age-related decline) bersifat kumulatif dengan deplesi yang disebabkan oleh endometriosis itu sendiri. Pasien berusia di atas 35 tahun memiliki risiko kegagalan fungsi ovarium yang jauh lebih tinggi jika harus menjalani tindakan kistektomi, sehingga pengambilan keputusan bedah pada kelompok usia ini memerlukan kehati-hatian ekstra.

Pada pasien infertilitas yang mengidap endometrioma tanpa disertai gejala nyeri panggul yang hebat, rujukan langsung ke program pembuahan tabung atau In Vitro Fertilization (IVF) lebih direkomendasikan dibanding melakukan kistektomi terlebih dahulu. Langkah ini bertujuan untuk menghindari potensi trauma operatif pada korteks ovarium yang dapat menurunkan responsivitas stimulasi hormon saat program IVF berlangsung.

Apabila tindakan operasi terpaksa dilakukan, misalnya akibat indikasi nyeri berat yang tidak membaik dengan terapi medis atau dicurigai adanya keganasan, operator wajib menerapkan ovarian-sparing techniques. Teknik ini mencakup upaya menghindari eksisi berlebihan pada jaringan sehat yang melekat pada dinding kista, membatasi penggunaan koagulasi bipolar untuk meminimalkan kerusakan termal, serta mengutamakan teknik penjahitan (suturing) atau penggunaan agen hemostatik topikal guna mempertahankan populasi folikel primordial yang tersisa.

4. Kesimpulan

1). Endometriosis menurunkan cadangan sel telur secara signifikan melalui mekanisme inflamasi panggul kronis, stres oksidatif, dan fenomena follicular burn-out yang memicu fibrosis korteks ovarium. 2). Tatalaksana pembedahan (kistektomi endometrioma) memberikan dampak iatrogenik sekunder yang memperparah deplesi cadangan sel telur secara menetap. 3). Risiko deplesi pasca-bedah paling tinggi ditemukan pada kistektomi bilateral, kista berukuran >7 cm, serta penggunaan hemostasis energi bipolar. 4). AMH merupakan biomarker yang paling sensitif dalam mendeteksi kerusakan iatrogenik pasca-bedah dibanding AFC.

Referensi

1. Christina NLL, Tjahyadi D, Anwar R, Rachmawati A, Rafi MA. The Impact of Endometriosis on Ovarian Reserve: A Systematic Review. *International Journal of Women's Health*. 2026;18:101-112.
2. Scutiero G, Iannone P, Bernardi G, et al. Oxidative Stress and Endometriosis: A Systematic Review of the Literature. *Oxid Med Cell Longev*. 2017;2017:7265238.
3. Moradi Y, Shams-Beyranvand M, Khateri S, et al. A systematic review on the prevalence of endometriosis in women. *Indian J Med Res*. 2021;154(3):446-454.
4. Zhang J, Pang M, Li L, Guo C. Global, regional, and national burden of endometriosis among women of reproductive age, 1990-2021: Insights from the global burden of disease study 2021. *PLoS One*. 2025;20(11):e0337074.
5. Tan Z, Gong X, Wang CC, Zhang T, Huang J. Diminished Ovarian Reserve in Endometriosis: Insights from In Vitro, In Vivo, and Human Studies-A Systematic Review. *Int J Mol Sci*. 2023;24(21):15967.
6. Muzii L, Tucci C Di, Felicianantonio M Di, et al. Antimüllerian hormone is reduced in the presence of ovarian endometriomas: a systematic review and meta-analysis. *Fertil Steril*. 2018;110(5):932-940.
7. Tian Z, Zhang Y, Zhang C, Wang Y, Zhu HL. Antral follicle count is reduced in the presence of endometriosis: a systematic review and meta-analysis. *Reprod Biomed Online*. 2021;42(1):237-247.
8. Harharah N, Natadisastra M, Jacoeb TZ. Ovarian Reserve In Infertile Women with and without Endometriosis Measured with Anti Müllerian Hormone. *Indones J Obstet Gynecol*. 2014;2(4):173-238.
9. Pacchiarotti A, Frati P, Milazzo GN, et al. Evaluation of serum anti-Müllerian hormone levels to assess the ovarian reserve in women with severe endometriosis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2014;172(1):62-64.
10. Kitajima M. Endometriosis and ovarian dysfunction. Elsevier Academic Press; 2022. p. 215-228.
11. Younis JS, Shapso N, Ben-Sira Y, Nelson S, Izhaki I. Endometrioma surgery - A systematic review and meta-analysis of the effect on antral follicle count and anti-Müllerian hormone. *Am J Obstet Gynecol*. 2021;225(4):390-401.
12. Kitajima M, Defrère S, Dolmans M, et al. Endometriomas as a possible cause of reduced ovarian reserve in women with endometriosis. *Fertil Steril*. 2011;96(3):685-691.
13. Lemos N, Arbo E, Scalco R, et al. Decreased anti-Müllerian hormone and altered ovarian follicular cohort in infertile patients with mild/minimal endometriosis. *Fertil Steril*. 2008;89(5):1064-1068.
14. Lessans N, Gilan A, Dick A, et al. Ovarian reserve markers of women with superficial endometriosis. *Int J Gynaecol Obstet*. 2023;164(2):512-518.
15. Papaleo E, Ottolina J, Viganò P, et al. Deep pelvic endometriosis negatively affects ovarian reserve and the number of oocytes retrieved for in vitro fertilization. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2011;90(12):1358-1362.
16. Alborzi S, Askary E, Poordast T, et al. Relation of Endometrioma and Deep Infiltrating Endometriosis Surgery on Ovarian Reserve: A Large Single-Centre, Cross-Sectional Study. *Int J Fertil Steril*. 2025;19(1):45-52.
17. Romanski P, Brady P, Farland L, Thomas A, Hornstein M. The effect of endometriosis on the antimüllerian hormone level in the infertile population. *J Assist Reprod Genet*. 2019;36(6):1179-1185.
18. Raffi F, Metwally M, Amer S. The impact of excision of ovarian endometrioma on ovarian reserve: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(9):3146-3154.
19. Moreno-Sepulveda J, Romeral C, Niño G, Pérez-Benavente A. The Effect of Laparoscopic Endometrioma Surgery on Anti-Müllerian Hormone: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis. *JBRA Assist Reprod*. 2021;25(4):613-625.
20. Younis JS, Shapso N, Fleming R, Ben-Shlomo I, Izhaki I. Impact of unilateral versus bilateral ovarian endometriotic cystectomy on ovarian reserve: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2018;24(6):721-733.
21. Muzii L, Tucci C Di, Felicianantonio M Di, et al. The effect of surgery for endometrioma on ovarian reserve evaluated by antral follicle count: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod*. 2014;29(10):2190-2198.
22. Somigliana E. Ovarian reserve, endometriomas, and surgery: research must go on. *Fertil Steril*. 2018;110(5):848-849.
23. Feferkorn I, Suarathana E, Kigloo HN, Tulandi T. Combined effects of age and endometriosis on ovarian reserve in women with infertility. *Int J Gynaecol Obstet*. 2022;160(3):885-891.
24. Shah D. Diminished Ovarian Reserve and Endometriosis: Insult upon Injury. *J Hum Reprod Sci*. 2013;6(2):88-92.