

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Urolithiasis atau biasa dikenal dengan sebutan batu saluran kemih merupakan kondisi urologi yang ditandai dengan pembentukan zat padat pada bagian saluran kemih. Di mana semua jenis/bentuk formasi batu di saluran kemih, seperti ginjal, ureter, kandung kemih atau uretra termasuk dalam urolithiasis

Nefrolitiasis, juga dikenal sebagai penyakit batu ginjal, adalah suatu kondisi yang menyerang banyak orang di seluruh dunia dan memiliki tingkat rekurensi yang tinggi (Khamchun et al., 2021). Insidensi penyakit batu saluran kemih tidak sedikit, kisaran prevalensi penyakit ini ialah 7%-13% di Amerika Utara, 5%-9% di Eropa, dan 1%-5% di Asia (Liu et al., 2018). Dengan rasio laki-laki lebih sering mengalami batu ginjal dibandingkan perempuan, akan tetapi rasio tersebut semakin mengecil setiap tahunnya dengan peningkatan jumlah insiden pada perempuan setiap tahun (Abufaraj et al., 2021)

Beberapa jenis zat batu, terutama dari kalsium oxalat yang mencakup 60% dari semua kasus batu ataupun zat batu jenis lainnya, membuat urine menjadi terlalu jenuh dan menyebabkan terbentuknya batu pada saluran kemih. Urine mengkristal pada permukaan sel epitel, sisa-sisa sel, atau kristal lainnya jika menjadi terlalu jenuh dan tidak ada inhibisi (Bishop et al., 2020)

Pionefrosis, yang terjadi ketika urin terinfeksi di balik batu yang menghalangi, dan hidronefrosis, yang terjadi ketika ureter sepenuhnya tersumbat, adalah komplikasi utama yang dapat terjadi karena batu ginjal. Kedua hal ini memiliki potensi untuk menyebabkan morbiditas yang signifikan. Pionefrosis dan hidronefrosis membutuhkan drainase segera pada ginjal yang tersumbat. Hal ini dapat dilakukan secara perkutan atau dengan stent ginjal (Bishop et al., 2020), dimana kedua tindakan ini merupakan tindakan yang sangat invasif maka tindakan preventif untuk mencegah komplikasi timbul sangat penting. Maka terapi harus diprioritaskan secepatnya untuk menangani kondisi akut nefrolitiasis sebelum berkembang menjadi komplikasi yang lebih serius.

Diperlukan diagnosis dan penatalaksanaan yang tepat untuk menangani kasus batu ginjal. Berdasarkan EAU *Guidelines* (2024), terdapat 3 opsi tatalaksana lanjutan yang paling direkomendasikan untuk batu ginjal di atas 5 mm, yaitu *retrograde intrarenal surgery/flexible uetheroscopy* (RIRS/FURS), *percutaneous nephrolithotomy* (PCNL/PCNL) dan *extracorporeal shockwave lithotripsy* (ESWL). Namun diantara ketiga opsi ini, yang paling sering dilakukan di kota Makassar, lebih spesifiknya Rumah Sakit Universitas Hasanuddin adalah PCNL dan ESWL.

Terapi ESWL merupakan salah satu terapi yang dapat digunakan sebagai penatalaksanaan batu ginjal dan saluran kemih atas sejak 1980-an (Chaussy et al., 2007; Leslie et al., 2025). PCNL merupakan tindakan yang lebih awal dikembangkan sebelum ESWL, akan tetapi pada saat awal perkembangannya, tindakan ini dikenal sebagai tindakan yang sangat

invasif dan memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan dengan terapi ESWL. Akan tetapi disebabkan oleh mekanisme kerja dari ESWL itu sendiri, terapi ini dikenal memiliki stone-free rate (SFR) yang rendah, dan kesuksesan terapi sangat bergantung pada ukuran, lokasi, dan kandungan dari batu, serta kondisi gizi pasien. Oleh karena itu, berdasarkan European Association of Urology Guidelines tahun 2024 merekomendasikan penatalaksanaan ESWL sebagai penanganan batu saluran kemih ukuran lebih kecil dari 20 mm.

Tindakan PCNL merupakan tindakan alternatif untuk penanganan kasus batu ginjal dikarenakan fleksibilitas dan cakupan persyaratan dari tindakan ini, dan dengan perkembangan teknologi bedah di tahun 2000-an, PCNL telah berkembang untuk menjadi minimal invasif guna meminimalisir risiko pasca tindakan, guna memaksimalkan kualitas hidup pasien pasca operasi dibandingkan dengan ketika tindakan tersebut pertama kali diperkenalkan. Oleh karena itu kedua tindakan ini lebih direkomendasikan karena fleksibilitas dari segi indikasi dibandingkan dengan terapi ESWL

Interaksi antara karakteristik pasien, kondisi batu ginjal, kondisi komorbid pasien dan riwayat batu ginjal terhadap pilihan terapi yang akan dipilih perlu diteliti lebih dalam untuk mengetahui predisposisi terbesar dalam pengambilan keputusan terapi, akan tetapi informasi mengenai interaksi antara variabel tersebut masih terbatas. Penelitian yang dilakukan oleh Setthawong et al. (2023) meneliti perbandingan antara ESWL dan RIRS, juga antara ESWL dan PCNL. Mereka membandingkan perbedaan antara hasil akhir dari tindakan yang dipilih sebagai penatalaksanaan dari

batu di ginjal. Hal ini meliputi kualitas hidup, SFR, dan juga komplikasi yang terjadi pada saat pasca tindakan. Penelitian serupa dilakukan oleh Shah et al. (2023), untuk membandingkan variabel serupa antara RIRS dan PCNL. Kedua penelitian ini membandingkan hasil akhir dari tindakan yang telah dilakukan terhadap pasien batu ginjal, akan tetapi tidak membahas mengenai hubungan antara kasus pasien itu sendiri dengan tindakan yang akan dilakukan untuk menangani batu ginjal tersebut, Penelitian yang dilakukan oleh Chen et al. (2017) dan Köseoğlu et al., (2023) memberikan sedikit wawasan mengenai hubungan antara karakteristik demografis, kondisi batu serta kondisi komorbid dengan perubahan SFR pada pasien yang melakukan terapi ESWL, di mana hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh dokter untuk melakukan tindakan terapi ESWL.

Diperlukan evaluasi lebih dalam mengenai faktor risiko terjadinya batu ginjal pada seorang pasien guna optimalisasi penanganan sesuai dengan algoritma penatalaksanaan nefrolithiasis (Sorokin and Pearle, 2018). Demografi pasien, kondisi batu ginjal, kondisi komorbid pasien dan riwayat batu ginjal sebelumnya berperan untuk mengetahui apakah pasien nephrolithiasis dapat ditangani menggunakan terapi ESWL, PCNL dan RIRS (Stamatelou and Goldfarb, 2023). Akan tetapi dikarenakan limitasi penelitian (mencakup keterbatasan data RIRS dari lokasi penelitian) literatur yang tidak banyak mencakup hubungan antara variabel tersebut maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik pasien nephrolithiasis yang mengambil tindakan operatif di Makassar yang paling berkemungkinan mempengaruhi keputusan tindakan,

`juga dapat memberikan informasi terkait seberapa banyak pasien yang memiliki opsi untuk jenis tindakan yang dapat dipilih (ESWL dan PCNL). Hal ini bertujuan untuk mengetahui faktor terpenting untuk merekomendasikan penanganan medis terhadap kasus pasien secara lebih personal.

1.2 Rumusan Masalah

Pendekatan pemilihan terapi personal untuk pasien dengan batu ginjal perlu ditelusuri lebih dalam dengan literatur yang masih terbatas. Memahami bagaimana karakteristik pasien, karakteristik batu, kondisi komorbid dan riwayat operasi ginjal dapat mempengaruhi keputusan dokter dalam mengambil keputusan terapi batu ginjal adalah prioritas penelitian ini

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

1. Untuk mengidentifikasi faktor utama yang mempengaruhi pemilihan terapi nefrolitiasis.
2. Untuk mengenali karakteristik pasien nefrolitiasis
3. Untuk menambah ilmu

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk menganalisis pengaruh demografi pasien (usia, jenis kelamin, BMI) terhadap pilihan terapi nefrolitiasis (ESWL, PCNL).
2. Untuk mengevaluasi dampak karakteristik batu (ukuran, posisi, jumlah, status infeksi) terhadap keputusan pengobatan.
3. Untuk menentukan peran penyakit komorbid (diabetes, hipertensi, asam urat) dalam pemilihan terapi
4. Untuk menilai dampak riwayat operasi ginjal terhadap pilihan terapi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat klinis

Penelitian ini dilakukan dengan harapan untuk mengetahui Karakteristik umum kasus nefrolitiasis di Rumah Sakit Universitas Hasanuddin. Berkontribusi pada strategi perawatan yang lebih personal, serta meningkatkan pengambilan keputusan tenaga klinisi dalam memberikan pelayanan yang lebih baik terhadap pasien. Peneliti mengharapkan penelitian ini dapat membantu di bidang kesehatan urologi dalam menentukan penatalaksanaan yang tepat dilakukan untuk pasien dengan batu ginjal sesuai dengan kasus pasien.

1.4.2 Manfaat pendidikan

Studi penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor utama yang mempengaruhi pemilihan terapi nefrolitiasis. Data-data yang telah dikumpulkan dalam penelitian ini dapat menjadi referensi penelitian lainnya di bidang kesehatan urologi dan diharapkan dapat melengkapi kekurangan dari penelitian ini kedepannya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan mengenai Batu Ginjal

2.1.1 Definisi Batu Ginjal

Nefrolitiasis atau batu ginjal merupakan salah satu jenis dari urolithiasis yaitu sebuah kelainan yang terjadi pada saluran kemih yang terletak pada ginjal, ditandai dengan adanya massa pada ginjal yang terbentuk dari sedimentasi partikel yang menumpuk dan membentuk formasi batu yang dapat ditemukan pada kaliks renalis atau pelvis renalis(A. Skolarios et al., 2024; Leslie et al., 2025).

2.1.2 Insiden Batu Ginjal

Secara global, telah tercatat penyakit batu ginjal diestimasikan mencapai 7,2-7,7%, dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa rasio insidensi batu ginjal pada laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan, rasio tersebut semakin mengecil dengan peningkatan jumlah insiden pada perempuan setiap tahunnya, seperti di Amerika Serikat, China, Jepang, Thailand, India, Arab Saudi dan Turki (Abufaraj et al., 2021; Liu et al., 2018)

2.1.3 Etiologi dan faktor risiko

Urolithiasis dapat terjadi disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor diantaranya yaitu kelainan genetik, kelainan kondisi anatomis dan penyakit yang diidap oleh seseorang adalah faktor tidak dapat

dimodifikasi secara langsung oleh pasien (Leslie et al., 2025). Juga faktor lainnya seperti paparan lingkungan, kebiasaan diet tinggi protein, suplementasi vitamin D, *intake* cairan, serta konsumsi obat-obatan menyebabkan terjadinya pembentukan batu secara progresif di ginjal (Lin et al., 2020).

Tabel 2.1 Faktor Risiko Batu Ginjal

Faktor Umum
Onset dini urolithiasis (khususnya pada anak-anak dan remaja)
Riwayat keluarga mengalami urolithiasis
Kasus rekuren (berulang)
Episode pasca urolithiasis lampau yang singkat
Batu yang mengandung <i>Brushite</i> ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
Asam urat atau batu yang mengandung urat
Batu infeksi
Ginjal Tunggal (tidak mempengaruhi pembentukan batu, akan tetapi penting untuk mencegah rekurensi dari batu untuk menghindari gagal ginjal akut khususnya pada kasus ini)
Penyakit ginjal kronis (CKD)
Penyakit yang dikaitkan dengan pembentukan batu
Hiperparatiroidisme
Sindroma metabolik
Gangguan mineral tulang (MBD)
Nefrokalsinosis
Penyakit ginjal polistik (PKD)
Penyakit gastrointestinal (seperti <i>enteric hyperoxaluria</i> post prosedur <i>jejunum-ileal bypass</i> , reseksi intestinal, penyakit Crohn, kondisi malabsorptif, diversifikasi saluran urin, insufisiensi kelenjar eksokrin pankreas, dan operasi bariatrik).
Peningkatan kadar vitamin D

Sarkoidosis
<i>Spinal cord injury</i> , neurogenic bladder
Pembentukan batu yang ditentukan secara genetis
Sistinuria (tipe A, B dan AB)
Hiperaloksaluria primer (PH)
Asidosis tubulus renalis (RTA) tipe I
2,8-Dihidroksiadeninuria
Xanthinuria
Sindrom Lesch-Nyhan
Fibrosis kistik
Pembentukan Batu Pengaruh Obat-Obatan
Kelainan anatomis yang dikaitkan dengan pembentukan batu
<i>Medullary sponge kidney (tubular ectasia)</i>
Obstruksi <i>ureteropelvic junction</i> (UPJ)
<i>Calyceal diverticulum, calyceal cyst</i>
Striktur uretra
Refluks vesiko-uretero-renal
<i>Horseshoe kidney</i>
Ureterokel
Faktor Lingkungan dan Pekerjaan
Suhu lingkungan yang tinggi
Paparan timbal (<i>lead</i>) dan kadmium kronis

Sumber: EAU Guidelines 2024

2.1.4 Klasifikasi

2.1.4.1 Etiologi

Tabel 2.2 Pembagian Batu Ginjal Berdasarkan Etiologi

Batu non-Infeksi

• Kalsium Oksalat	• Kalsium fosfat	• Asam urat • Amonium urat
Batu infeksi		
• Magnesium amonium fosfat	• Apatite berkarbonasi tinggi	• Amonium urat
Kausa Genetik		
• Cistin	• Xanthin	• 2,8-Dihidroksiadenin
Batu Obat-Obatan		

Sumber: EAU Guidelines 2024

2.1.4.2 Komposisi Batu

Tabel 2.3 Pembagian Batu Ginjal Berdasarkan Komposisi Kimiawi Batu

Nama Kimia Batu	Komposisi Mineral Batu	Rumus Kimia
Kalsium oksalat monohidrat	<i>Whewellite</i>	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Kalsium oksalat dihidrat	<i>Weddelite</i>	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Kalsium fosfat	<i>Apatite</i>	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot (\text{OH})_2$
Kalsium hidroksil fosfat	<i>Carbonate apatite</i>	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot (\text{OH})$
b-trikalsium fosfat	<i>Whitlockite</i>	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
karbonat apatite fosfat	<i>Dahllite</i>	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
Kalsium hidrogen fosfat dihidrat	<i>Brushite</i>	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Kalsium karbonat	<i>Aragonite</i>	CaCO_3

Octakalsium fosfat	-	$\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Asam urat	<i>Uricite</i>	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$
Asam urat dihidrat	<i>Uricite</i>	$\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Amonium urat	-	$\text{NH}_4\text{C}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3$
Natrium asam urat monohidrat	-	$\text{NaC}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Magnesium amonium fosfat heksahidrat	<i>Struvite</i>	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Magnesium asam fosfat trihidrat	<i>Newberyite</i>	$\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Magnesium amonium fosfat monohidrat	<i>Dittmarite</i>	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Cistin	-	-
Xanthin	-	-
2,8-Dihidroksiadenin	-	-
Protein	-	-
Kolesterol	-	-
Kalsit	-	-
Kalium urat	-	-
Trimagnesium fosfat	-	-
Melamin	-	-
Matrix	-	-
Batu Obat-obatan*		-
Batu Korpus Alienum	-	-

Sumber: EAU Guidelines 2024

2.1.4.3 Lokasi dan Ukuran

Berdasarkan EAU Guidelines 2024, batu saluran kemih dapat dibagi berdasarkan posisi batu secara anatomis di saluran kemih, yaitu:

- Kaliks: superior, media dan inferior
- Pelvis renalis
- Ureter: proksimal, media dan distal
- Vesica urinaria

Ukuran dari batu saluran kemih dapat dikategorikan sebagai berikut:

- <5 mm
- 5-10 mm
- 10-20 mm
- >20 mm

2.1.4.4 Gambaran Radiologis

Gambaran radiologis tidak hanya dapat mengkonfirmasi keberadaan massa batu dalam ginjal, gambaran radiologis juga digunakan untuk memprediksi jenis batu ginjal yang terdapat pada tubuh pasien, gambaran di bawah (Tabel 2.4) menunjukkan kemungkinan jenis batu yang kemungkinan besar didapat oleh pasien berdasarkan gambaran *X-ray* foto KUB.

Tabel 2.4 Gambaran Radiologis Batu Ginjal Berdasarkan Etiologi Batu Ginjal

Radiopak	Radiopasitas rendah	Radiolusen
Kalsium oksalat dihidrat	Magnesium amonium fosfat	Asam urat
Kalsium oksalat monohidrat	Sistin	Amonium urat
Kalsium fosfat		Xanthin
		2,8-Dihidroksiadenin
		Batu obat-obatan

Sumber: EAU Guidelines 2024

2.1.5 Diagnosis

2.1.5.1 Anamnesis

Hematuria sering dijumpai pada pasien dengan nefrolitiasis (Leslie et al., 2025) Oleh karena itu pasien biasa mengeluhkan adanya darah setiap kali melakukan miksi. Pasien juga mungkin hadir dengan rasa nyeri pada area panggul (renal kolik) yang dapat tersebar ke abdomen dan selangkangan, testis ataupun labia pasien. Nyeri dapat dideskripsikan sebagai nyeri yang bersifat menusuk, intensitas yang tinggi seperti nyeri perut. Nyeri ini sering di hubungkan dengan rasa mual dan muntah (Leslie et al., 2025)

2.1.5.2 Pemeriksaan Fisis

Setelah dilakukan anamnesis kita dapat menggali lebih banyak informasi untuk menegakkan diagnosis lebih

seksama. Pemeriksaan fisis dapat membantu untuk menggali informasi lebih lanjut dengan fenomena yang dapat dikonfirmasi oleh klinisi.

Pemeriksaan fisis pada kasus nefrolitiasis menunjukkan adanya nyeri pada sudut costovertebral (CVA *tenderness*) dan pemeriksaan auskultasi abdomen ditemukan suara hipoaktif pada usus, kemungkinan tekstur lunak akan diraba pada saat melakukan palpasi pada area pubis atau testis. Demam dapat ditemukan pada kemungkinan terjadinya infeksi. Oleh karena itu, dibutuhkan pemeriksaan lanjutan untuk mengetahui adanya peningkatan suhu tubuh, piuria dan leukositosis sebagai indikasi komplikasi lanjutan seperti nefritis (Leslie et al., 2025).

Nyeri kolik renalis menyebar dengan mengikuti dermatom kulit pada T10 sampai S4 dan nyerinya memuncak pada sekitar 90-120 menit (Leslie et al., 2025).

2.1.5.3 Pemeriksaan Penunjang

Pemeriksaan penunjang ditujukan untuk penegakan diagnosis yang lebih spesifik, mengerucutkan diagnosis pasien untuk kasus nefrolitiasis. Dapat dilakukan foto X-ray KUB (*kidney, ureter, bladder*), USG renal, CT-scan renal atau kombinasi di antaranya untuk meningkatkan keyakinan diagnosis, dimana CT-scan non kontras sebagai pemeriksaan

penunjang baku emas untuk mengetahui adanya nefrolit dalam ginjal, akan tetapi pemeriksaan USG dan X-ray KUB lebih tersebar luas dapat dijadikan sebagai pemeriksaan penunjang apabila pemeriksaan CT-scan tidak memungkinkan untuk dilakukan. Pemeriksaan seperti IVP meskipun sering digunakan pada pemeriksaan batu saluran kemih lainnya, tidak direkomendasikan untuk menegakkan diagnosis pada batu di ginjal dikarenakan oleh alergi terhadap agen kontras, pemeriksaan ini juga dikenal tidak efektif untuk menandakan batu kecil, yang biasanya merupakan mayoritas dari kasus nefrolitiasis (A. Skolarios et al., 2024; Leslie et al., 2025; Liu et al., 2020).

Dengan tujuan untuk mengetahui jenis batu, komplikasi dan penegakan lanjutan, European Guidelines menyarankan pemeriksaan tambahan untuk pasien dengan nefrolitiasis:

- Pemeriksaan Urin untuk memeriksa adanya hematuria, pH dan bakteri
- Pemeriksaan kultur urin
- Pemeriksaan kadar ureum dan kreatinin serum
- Pemeriksaan kalsium, asam urat, natrium, dan kalium dalam serum

- Pemeriksaan hitung darah lengkap dan C-reactive protein
- Pemeriksaan koagulasi darah apabila dibutuhkan intervensi secara operatif (A. Skolarios et al., 2024)

2.2 Tinjauan Mengenai Terapi Extracorporeal Shockwave Lithotripsy (ESWL)

2.2.1 Definisi ESWL 100%

Extracorporeal Shockwave Lithotripsy merupakan salah satu terapi yang digunakan untuk kasus nefrolitiasis. Dengan menggunakan metode pemancaran *shockwave* melalui perangkat eksternal untuk di targetkan ke batu yang berada di ginjal (Setthawong et al., 2023). Terapi ini direkomendasikan untuk dilakukan sebagai penanganan kasus batu saluran kemih atas yaitu batu ginjal atau batu ureter.

2.2.2 Mekanisme Kerja ESWL 100%

Perangkat eksternal yang dikenal sebagai lithotriptor menghasilkan gelombang kejut (*shockwave*) melalui penggunaan generator elektromagnetik, piezoelektrik, atau elektrohidrolik (*shock gap*) (Setthawong et al., 2023). Litotriptor menargetkan batu di dalam tubuh dengan memfokuskan gelombang kejut akustik berenergi tinggi yang sangat singkat dari sumber eksternal. Gelombang kejut ini menghancurkan batu melalui gaya fragmentasi

yang ekstrim di permukaan depan dan belakang, erosi dan spalasi di permukaan belakang, dan kavitasi dengan menciptakan pancaran air seperti jarum dari gelembung udara di permukaan batu setelah melewati jaringan hidup tanpa kehilangan energi. Setelah itu, pecahan batu tersebut akan secara alami terbuang bersama urin (Crum, 1988; Setthawong et al., 2023).

2.2.3 Kontraindikasi Melakukan Terapi ESWL 75%

Meskipun terapi ESWL lebih direkomendasikan pada batu di ginjal dan bagian proksimal dari ureter, terapi ini adalah terapi pilihan untuk semua batu yang terletak di seluruh area ginjal maupun ureter. Meskipun terapi ini biasa menjadi terapi pilihan (pasien yang memilih terapinya sendiri), terapi kadang-kadang dapat dilakukan segera pada situasi darurat, seperti pada kolik ginjal akut yang disebabkan oleh urolithiasis (Manzoor et al., 2024)

Terapi ESWL sendiri memiliki banyak faktor yang mempengaruhi kesuksesan terapi, selain itu terdapat beberapa komplikasi yang dapat terjadi ketika tidak dilakukan *assesment* terhadap pasien dengan tepat. Di antaranya adalah:

- Kehamilan, kemungkinan perlakuan terapi dapat mempengaruhi fetus

- Kelainan pendarahan, dimana harus dikompensasikan selama 24 jam sebelum terapi dan 48 jam setelahnya
- ISK yang tidak dikontrol
- Malformasi tulang yang kronis dan obesitas kronis, dimana dapat menghambat penargetan batu
- Obstruksi anatomis distal dari batu (A. Skolarios et al., 2024)

2.3 Tinjauan Mengenai Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL)

2.3.1 Definisi PCNL 100%

Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) merupakan salah satu tindakan operatif yang dilakukan spesifik untuk menangani batu ginjal. Tindakan ini dilakukan dengan menjangkau batu ginjal secara internal melalui akses dari insisi pada kulit untuk membentuk sebuah jalur yang dapat dilalui oleh alat operasi agar dapat memecah dan mengangkat batu melalui jalur tersebut. Keuntungan utama dari PCNL terdapat pada tingkat kesuksesan terapi yang tinggi pada batu ginjal berukuran besar, Berdasarkan AUA dan EAU Guidelines, PCNL diterapkan sebagai terapi *first-line* untuk pasien simtomatik dengan ukuran batu di atas 20 mm.

2.3.2 Mekanisme Kerja PCNL 100%

PCNL adalah prosedur operatif pengangkatan batu ginjal yang dilakukan melalui insisi kecil pada kulit. Tindakan operasi ini dilakukan melalui anestesi general. Dibentuk insisi kecil dan jarum akan dimasukkan menuju ke ginjal pada tempat yang telah ditentukan sebelumnya untuk membentuk sebuah jalur dengan menggunakan fluoroskopi atau USG sebagai penuntun. Ketika akses ke ginjal telah terdilatasi sebesar 30 Fr, *nephroscope* dapat dimasukkan melalui jalur yang telah dibuat sebelumnya. Dengan menggunakan lithotriptor laser, ultrasonik, maupun elektrohidrolik, batu ginjal akan terpecah lalu di ekstraksi menggunakan *nephroscope*. Setelah itu, dapat digunakan *nephrostomy tube* atau *double J stent* untuk mengalirkan urin keluar dari ginjal. (Setthawong et al., 2023)

Untuk tindakan standar (sPCNL) diperlukan instrumen sebesar 24-30 Fr, akan tetapi dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, mulai berkembang instrumen baru dengan terminologi mini-PCNL (mPCNL) dimana lithotriptor dapat mengakses ginjal secara perkutan dengan ukuran di bawah 22 Fr. Hal ini ditujukan guna menurunkan komplikasi pendarahan intra-operatif dan komplikasi lanjutan post-operatif. (Kallidonis et al., 2020)

2.3.3 Kontraindikasi Melakukan Terapi PCNL 75%

Pasien dengan riwayat menggunakan terapi antikoagulan perlu dilakukan monitoring secara berkala baik sebelum maupun setelah operasi. Sebelum terapi PCNL penggunaan obat antikoagulan harus dihentikan. Kontraindikasi lainnya yang harus diperhatikan antara lain:

- ISK yang tidak ditangani
- Tumor pada lokasi akses operasi
- Potensi adanya tumor ginjal malignan
- Kehamilan (A. Skolarios et al., 2024)

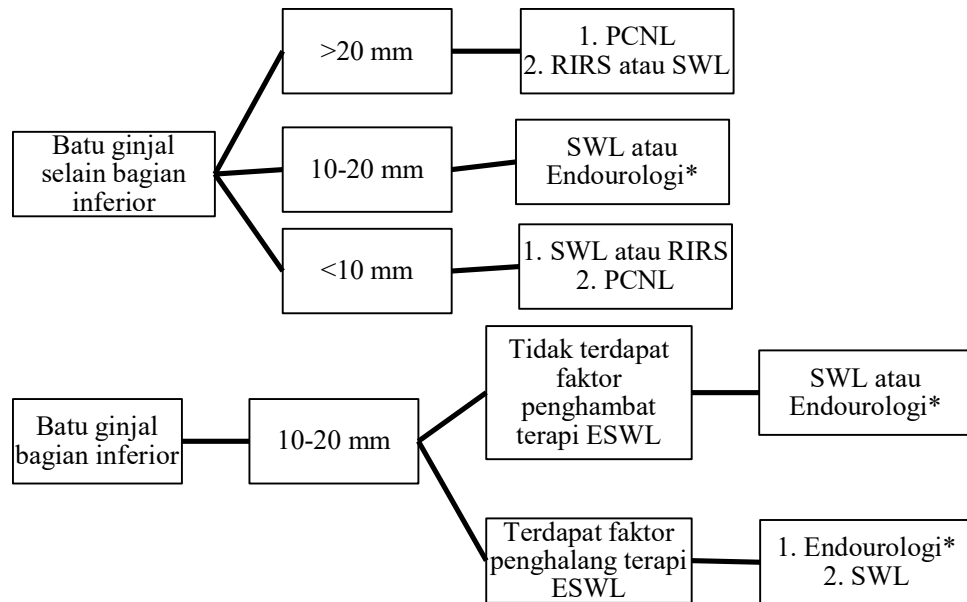
2.4 Konsep Algoritma Penatalaksanaan Batu Ginjal

Penatalaksanaan yang tepat untuk menangani batu ginjal penting untuk memaksimalkan efektivitas dari terapi, dalam lingkup urolithiasis biasanya dikenal dengan sebutan *stone-free rate* (SFR). Identifikasi jenis batu yang terdapat pada pasien merupakan sebuah prioritas para klinisi guna meningkatkan SFR pada tindakan terapi yang akan dilakukan. Selain itu, penting untuk mengontrol komplikasi intra-operatif dan post-operatif hingga minimum atau negatif. Oleh karena itu pemeriksaan penunjang tidak hanya dilakukan sebagai tujuan diagnostik, juga untuk evaluasi terapi manakah yang tepat dilakukan pada pasien. Terapi yang tepat dapat dinilai dari etiologi, lokasi, dan ukuran dari batu.

Gambar 2.1 menunjukkan ukuran terapi yang dilakukan sesuai dengan kondisi batu dan pasien yang menjadi nilai pertimbangan dokter

untuk terapi yang dianjurkan terhadap pasien batu ginjal. Ukuran batu <5 mm umumnya cukup

Perlu dipertimbangkan untuk menganjurkan terapi ESWL terhadap pasien dengan batu ginjal yang terletak pada kaliks inferior, dalam beberapa laporan terjadi penurunan SFR dan kejadian formasi batu ginjal berulang yang lebih sering.



Gambar 2.1 Pembagian prioritas terapi berdasarkan lokasi dan ukuran batu ginjal

*Endourologi mencakupi seluruh tindakan intervensi RIRS ataupun PCNL (A. Skolarios et al., 2024)

2.5 Hubungan Antara Variabel Dependen dan Independen

Penelitian ini mengamati bagaimana faktor Independen (demografi pasien, kondisi komorbid, kondisi batu ginjal) mempengaruhi variabel Dependen (pilihan terapi). Beberapa laporan kasus yang disebutkan dalam

EAU Guidelines (2024), menyebutkan bahwa kesuksesan prosedur ESWL sangat bergantung dari lokasi batu, dan ukuran,

Penelitian mengenai hubungan antara kondisi komorbid seperti diabetes melitus dan hipertensi dengan pilihan rekomendasi terapi tidak ada. Beberapa penelitian lampau mengenai hubungan antara terapi ESWL dengan peningkatan probabilitas pasien mengidap hipertensi atau diabetes melitus memiliki hasil yang kontradiktif, dengan hasil penelitian terbaru menunjukkan tidak ada signifikansi antara kedua variabel tersebut (Whitfield, 2007; Yu et al., 2014). Penelitian dari Chen et al. (2017) membandingkan kesuksesan terapi ESWL berdasarkan karakteristik responden, terutama faktor komorbid seperti riwayat DM, hipertensi, dan gout menunjukkan hasil persebaran yang dapat dibandingkan antara kedua kelompok dan menunjukkan hasil yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Hal ini mungkin menjadi landasan dari kemungkinan hasil penelitian ini dari sisi pengaruh kondisi komorbid pasien.

Karakteristik batu diperkirakan memiliki peranan yang lebih besar dalam keputusan terapi pasien. Beberapa penelitian sebelumnya lebih banyak menegaskan mengenai terapi yang tepat berdasarkan kondisi batu itu sendiri, baik dari jumlah, posisi, ukuran, dan adanya infeksi saluran kemih. Kasus yang dibolehkan untuk dilakukan terapi ESWL kadang lebih restriktif dibandingkan dengan PCNL. Berdasarkan EAU Guidelines (2024) telah dilakukan *assessment* untuk rekomendasi terapi pasien berdasarkan ukuran dan lokasi batu (lihat Gambar 1). Akan tetapi penelitian Dhayal et al. (2023) menunjukkan tidak ada signifikansi antara kedua variabel

tersebut, hal ini kemungkinan berhubungan dengan toleransi pasien terhadap tindakan ESWL lebih tinggi dibandingkan dengan PCNL. Hal ini mungkin dapat menjadi faktor limitasi yang tidak dapat diprediksi dari penelitian ini.

Karakteristik pasien dalam beberapa studi memiliki banyak peranan dalam mempengaruhi jumlah kasus nefrolitiasis, akan tetapi tidak memiliki banyak signifikansi dalam keputusan terapi. Kasus seperti obesitas parah sangat mempengaruhi kesuksesan dari terapi ESWL oleh karena itu dokter tidak mengindikasikan ESWL sebagai terapi prioritas pada pasien obesitas parah (Yusuf et al., 2022). Oleh karena itu selain membuat analisis bivariat antara masing-masing variabel, peneliti akan melakukan analisis multivariat yang juga memungkinkan untuk menjelaskan formasi batu yang muncul akibat dari karakteristik pasien yang berkemungkinan dapat mempengaruhi keputusan terapi (Mishra et al., 2019).