

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sistem bilier meliputi duktus bilier dan *gallbladder* yang berfungsi sebagai tempat produksi, penyimpanan dan sekresi cairan empedu. Duktus bilier dikategorikan menjadi duktus bilier intrahepatik dan ekstrahepatik. Duktus bilier intrahepatik terbagi menjadi dua yaitu duktus hepatis kanan dan kiri yang akan menyatu pada duktus hepatis komunis atau *common hepatic duct* (CHD), kemudian duktus bilier ekstrahepatik adalah duktus bilier komunis atau *common bile duct* (CBD) yang merupakan lanjutan dari CHD dan duktus sistikus. CBD dan duktus pankreatikus akan bertemu dan menyatu pada ampulla Vater menuju *sphincter* Oddi dan duodenum pars II. (Dave HD, Shumway KR, Al Obaidi NM, ., 2022)

Sistem bilier memiliki beberapa fungsi utama yaitu sebagai tempat drainase produk sisa dari liver ke duodenum dan membantu pencernaan dengan mengontrol sekresi cairan empedu. Cairan empedu mencakup produk sisa, kolesterol dan garam empedu yang disekresi oleh hepatosit serta memiliki dua fungsi utama yaitu untuk membawa produk yang tidak dibutuhkan oleh tubuh dan memecah serta mengabsorpsi lemak. (Dave HD, Shumway KR, Al Obaidi NM, 2022)

Salah satu gangguan pada sistem bilier adalah adanya striktur duktus bilier yaitu penyempitan abnormal pada duktus bilier intrahepatik atau ekstrahepatik dengan berbagai penyebab, baik benigna maupun maligna, dapat menyebabkan obstruksi aliran empedu hingga ikterus, kolangitis maupun berdampak pada liver penderita. Oleh karena itu, mengetahui secara dini penyebab striktur duktus bilier pasien sangatlah penting. Penyebab benigna sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mori KD dan Patel RV pada striktur duktus bilier adalah post-kolesistektomi, *mirizzi syndrome*, inflamasi, kelainan kongenital, koledokolitiasis dan pankreatitis, sedangkan untuk penyebab maligna yaitu kolangiokarsinoma, karsinoma *gallbladder*, karsinoma kaput pankreas, limfoma dan hepatoma walaupun jarang menyebabkan striktur duktus bilier. (Wanjara S, Kashyap S., 2023; Mori KD, Patel RV., 2020)

Evaluasi gangguan sistem bilier bisa dilakukan dari pemeriksaan

laboratorium, marker maligna, USG, CT Scan, MRI MRCP dan ERCP. Pemeriksaan laboratorium utamanya dilakukan tes fungsi hati, profil koagulasi dan darah lengkap. Marker maligna digunakan untuk menentukan dan menyingkirkan etiologi benigna ataupun maligna. Imaging kecurigaan adanya striktur bilier dapat diawali dengan pemeriksaan USG abdomen dimana dapat mendeteksi dilatasi bilier, penyebab obstruksi serta level obstruksinya. Namun, penggunaan USG tidak sensitif untuk mendeteksi striktur dari duktus. Penggunaan CT Scan memiliki sensitivitas yang lebih tinggi jika dibandingkan USG, namun saat ini, masih jarang dilakukan pemeriksaan MSCT *cholangiography* di Makassar terutama RS Wahidin Sudirohusodo sehingga cukup sulit untuk menentukan striktur duktus biliaris. MRI MRCP dapat mengetahui lokasi dan perluasan dari striktur bilier. Sensitivitas dan spesifitas MRI MRCP sama dengan ERCP, namun MRI MRCP tentu non-invasif, sehingga menjadi pilihan yang lebih aman untuk mengetahui penyebab striktur duktus bilier. (Wanjara S, Kashyap S., 2023)

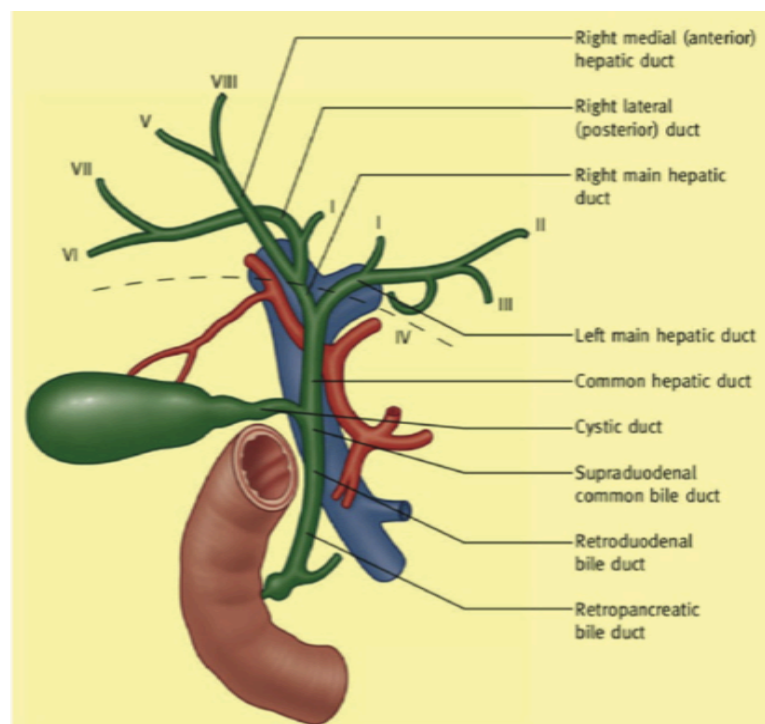
Beberapa karakteristik yang dinilai pada striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Guang-xian Wang et al adalah apakah margin striktur regular ataupun irregular, tipe penyempitan dari duktus bilier apakah secara tiba-tiba atau perlahan, panjang dari striktur, sudut yang terbentuk pada ujung striktur apakah *obtuse* ataupun *acute*, diameter lumen duktus bilier yang striktur apakah kecil atau bahkan hampir obliterasi, ukuran kaliber lumen segmen proximal dari striktur apakah dilatasi ringan atau berat dan ukuran gallbladder apakah hydrops atau kolaps. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Guang-xian Wang et al didapatkan sensitivitas 90,4%, spesifitas 80%, nilai prediksi positif 81,5%, nilai prediksi negative 89,5% dan akurasi diagnostik 85,1%. Sedikit berbeda pada penelitian yang dilakukan oleh Kumari et al dengan metode retrospektif pada 100 pasien dengan 62 pasien mengalami etiologi benigna dan 35 pasien mengalami etiologi maligna, didapatkan sensitivitas, spesifitas dan akurasi diagnostik masing-masing 97%, 85%, 92,75%. (Rodrigues T, Boike JR., 2021, Wang G, et al, 2021., Kumari, et al, 2022)

Dengan pemeriksaan MRI MRCP, berdasarkan karakteristik tersebut, penulis mengharapkan ahli radiolog dapat menentukan penyebab striktur, benigna ataupun maligna, agar penanganan dan tindakan selanjutnya lebih tepat sasaran untuk pasien.

## 1.2 Kajian Pustaka

### 1.2.1 Anatomi Duktus Bilier

Sistem bilier terdiri dari organ dan saluran yang bertanggung jawab untuk produksi dan pengangkutan empedu dari hati ke duodenum. Sistem ini dapat dibagi secara anatomis menjadi struktur intrahepatik dan ekstrahepatik. Sistem bilier intrahepatik terdiri dari duktulus bilier yang bergabung untuk membentuk duktus segmental, sedangkan sistem ekstrahepatik terdiri dari duktus empedu ekstrahepatik dan gall bladder. Dalam anatomi klasik, duktus biliaris turun di belakang kaput pankreas dan medial ke duodenum tempat duktus biliaris mendekati bagian kanan duktus pankreatikus. Kedua duktus akan bertemu dalam konfigurasi Y dan memasuki dinding duodenum sebagai saluran pendek (2–10 mm). Saluran pendek tersebut sering kali berisi ruang depan yang melebar yang dikenal sebagai ampula Vater. Susunan serat otot polos melingkar mengelilingi bagian distal duktus biliaris (*sphincter* duktus bilier) serta ampula hepatopankreas (*sphincter* Oddi). Empedu yang diproduksi oleh hepatosit dengan demikian diangkut melalui duktus biliaris intrahepatik dan duktus biliaris ekstrahepatik. Empedu kemudian dapat disimpan di gall bladder melalui duktus sistikus. Empedu yang disimpan kemudian dapat dilepaskan ke duodenum melalui duktus biliaris setelah relaksasi *sphincter* ampula. (Aguiar, et al., 2021)



**Gambar 1.** Anatomi duktus bilier. (Song G, et al., 2022)

### 1.2.2 Striktur Duktus Bilier

Striktur bilier didefinisikan sebagai area penyempitan pada sistem bilier ekstrahepatik atau intrahepatik yang mengakibatkan penyumbatan aliran empedu antegrade, pelebaran hulu bilier dan gejala patologis yang diakibatkan karena penyumbatan bilier. (Rodrigues and Boike, 2021)

Striktur bilier atau penyempitan duktus bilier, merupakan kondisi yang relatif jarang terjadi tetapi signifikan secara klinis. Prevalensinya bervariasi tergantung pada penyebab dan populasi yang diteliti. Striktur yang didapat bisa benigna atau maligna, dengan penyebab benigna mewakili sekitar 30% kasus. Cedera iatrogenik selama kolesistektomi laparoskopik merupakan penyebab utama striktur benigna, sedangkan striktur maligna paling sering dikaitkan dengan kanker kaput pankreas dan duktus bilier, seperti kolangiokarsinoma. Setiap tahunnya, terdapat sekitar 57.000 kasus kanker pankreas baru yang terdiagnosis, dengan perkiraan 60% di antaranya menyebabkan penyakit ikterus obstruktif dan berkontribusi terhadap striktur bilier maligna. Pada pasien yang telah menjalani kolesistektomi, insidensi striktur bilier diperkirakan sebesar 0,2-0,7%. Pada penerima transplantasi hati, insidensinya lebih tinggi, berkisar antara 5-15% setelah transplantasi donor yang telah meninggal dan 28-32% setelah transplantasi donor yang masih hidup. (Ullah et al., 2023)

Striktur bilier dapat disebabkan oleh penyebab benigna dan maligna. Etiologi bilier striktur benigna dapat dibagi lagi menjadi iatrogenik, kongenital, obstruktif, imunologik, inflamatori, infeksi dan iskemik. Striktur iatrogenik adalah yang paling umum, biasanya terlihat sebagai konsekuensi dari manipulasi bedah duktus bilier selama kolesistektomi, transplantasi hati, atau pankreatikoduodenektomi (prosedur Whipple). Kolangitis sklerosis primer adalah penyakit progresif dengan etiologi yang tidak diketahui yang memengaruhi duktus bilier intrahepatik dan ekstrahepatik dan ditandai dengan peradangan dan fibrosis yang akhirnya mengarah pada perkembangan striktur empedu dan sirosis. Pankreatitis kronis yang menyebabkan striktur dapat menyebabkan hingga 10% dari semua striktur benigna dan hingga 5 hingga 46% pasien dengan pankreatitis kronis memiliki striktur empedu. Kolangitis sklerosis terkait IgG4 merupakan penyakit yang dimediasi imun yang ditandai dengan infiltrasi sel plasma positif IgG4 oleh limfoplasmasitik yang mengakibatkan fibrosis dan penyempitan duktus bilier intra dan ekstrahepatik. Kolangitis piogenik rekuren merupakan penyebab lain

penyempitan duktus bilier yang diduga disebabkan oleh infeksi. Cedera iskemik pada duktus bilier atau kolangiopati iskemik biasanya terjadi akibat gangguan arteri hepatik, karena arteri hepatik merupakan satu-satunya suplai darah ke duktus bilier ekstrahepatik utama. Sindrom *Mirizzi* merupakan penyebab langka penyempitan duktus bilier akibat peradangan kronis sekunder yang disebabkan oleh kompresi ekstrinsik duktus hepatik akibat batu yang terjepit di duktus sistikus atau di infundibulum gall bladder. (Rodrigues and Boike, 2021; Ghuman SS et al, 2024)

Striktur bilier maligna dapat disebabkan oleh kompresi duktus bilier ekstrinsik akibat maligna atau dapat berkembang secara intrinsik, sekunder akibat maligna duktus bilier primer atau dari metastasis ke duktus bilier. Penyebab dari striktur bilier maligna adalah kanker pankreas, kolangiokarsinoma, kanker periampulla, kanker gall bladder, karsinoma hepatoseluler (HCC), adenokarsinoma duodenum, atau limfadenopati pada porta hepatis yang menyebabkan kompresi duktus bilier ekstrahepatik, yang dapat terlihat pada limfoma atau penyakit metastasis. (Rodrigues and Boike, 2021; Rabie S, et al, 2021)

**Tabel 1.** Etiologi striktur bilier baik benigna maupun maligna. (Ghuman SS, et al, 2024; Rabie S, 2021)

| <b>Benigna</b>                                                                              | <b>Maligna</b>                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Iatrogenik (post-kolesistektomi, transplantasi hati, pankreatikoduodenektomi)               | Kanker pankreas                                        |
| Kongenital ( <i>Caroli disease</i> , kista koledokus)                                       | Kolangiokarsinoma                                      |
| Obstruktif (koledokolitiasis, pankreatitis kronik)                                          | Kanker periampulla                                     |
| Imunologik ( <i>IgG4-related sclerosing cholangitis</i> , <i>eosinophilic cholangitis</i> ) | Kanker gall bladder                                    |
| Inflamatori (Sindrom <i>Mirizzi</i> )                                                       | Karsinoma hepatoseluler (HCC)                          |
| Infeksi ( <i>Recurrent pyogenic cholangitis</i> , AIDS kolangiopati)                        | Adenokarsinoma duodenum                                |
| Iskemik (Hepatic artery thrombosis, vasculitis, post therapy (TACE))                        | Limfadenopati pada porta hepatis (Limfoma, metastasis) |

Striktur bilier dapat disebabkan oleh penyempitan intrinsik dan kompresi ekstrinsik, dengan sebagian besar kasus bersifat maligna. Tumor maligna pada organ di sekitarnya, seperti kanker pankreas dan kanker gall bladder, dapat menyusup atau menekan duktus bilier, sehingga menyebabkan penyempitan. Kolangiokarsinoma primer merupakan penyebab umum dari striktur bilier maligna, karena tumbuh atau menyebar langsung di dalam duktus bilier, yang menyebabkan penyempitan atau penyumbatan total. (Ni et al., 2024)

Striktur bilier maligna dapat dibagi menjadi striktur hilus (melibatkan duktus hepaticum kiri dan kanan serta pertemuannya) dan striktur distal (melibatkan duktus biliaris komunis). Striktur maligna hilus dapat disebabkan oleh kolangiokarsinoma, kanker gall bladder, karsinoma hepatoseluler, gangguan limfoproliferatif atau penyakit metastasis. Adenokarsinoma pankreas merupakan penyebab tersering striktur duktus biliaris maligna distal, tetapi penyebab lainnya meliputi kolangiokarsinoma, karsinoma ampula, gangguan limfoproliferatif dan penyakit metastasis. (Dorrell et al., 2020)

Secara klinis, salah satu pendekatan klasifikasi yang dapat digunakan untuk mengevaluasi striktur bilier adalah klasifikasi Benjamin yang lebih memperhatikan pola morfologi dan karakteristik penyempitan duktus bilier. Dalam klasifikasi Benjamin, striktur duktus bilier dikelompokkan berdasarkan derajat dan durasi obstruksi seperti tercantum pada tabel 2.

**Tabel 2.** Klasifikasi Benjamin pada ikterus obstruktif 1983. (Vagholkar K, 2020)

| <b>Tipe</b>                                      | <b>Deskripsi</b>                                                          | <b>Etiologi</b>                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Type I – Complete obstruction</i>             | Obstruksi luminal yang sepenuhnya menghambat aliran empedu                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tumor</li> <li>- Ligasi CBD</li> <li>- Kolangiokarsinoma</li> </ul>                                                                                                                               |
| <i>Type II – Intermittent obstruction</i>        | Obstruksi yang bersifat sementara atau tidak terus menerus                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Koledokolitiasis</li> <li>- Kanker periampulla</li> <li>- Divertikel duodenal</li> <li>- Papilloma duktus bilier</li> <li>- Kista koledokus</li> </ul>                                            |
| <i>Type III – Chronic incomplete obstruction</i> | Obstruksi kronik yang tidak total, sering berkembang perlahan             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kelainan kongenital, iatrogenic, sclerosing, post -radioterapi</li> <li>- Stenosis anastomosis bilier-enterik</li> <li>- Pankreatitis kronik</li> <li>- Stenosis <i>sphincter oddi</i></li> </ul> |
| <i>Type IV – Segmental obstruction</i>           | Obstruksi parsial segmental pada satu atau beberapa segmen saluran empedu | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trauma atau iatrogenic</li> <li>- Kolangitis</li> <li>- Kolangiokarsinoma</li> </ul>                                                                                                              |

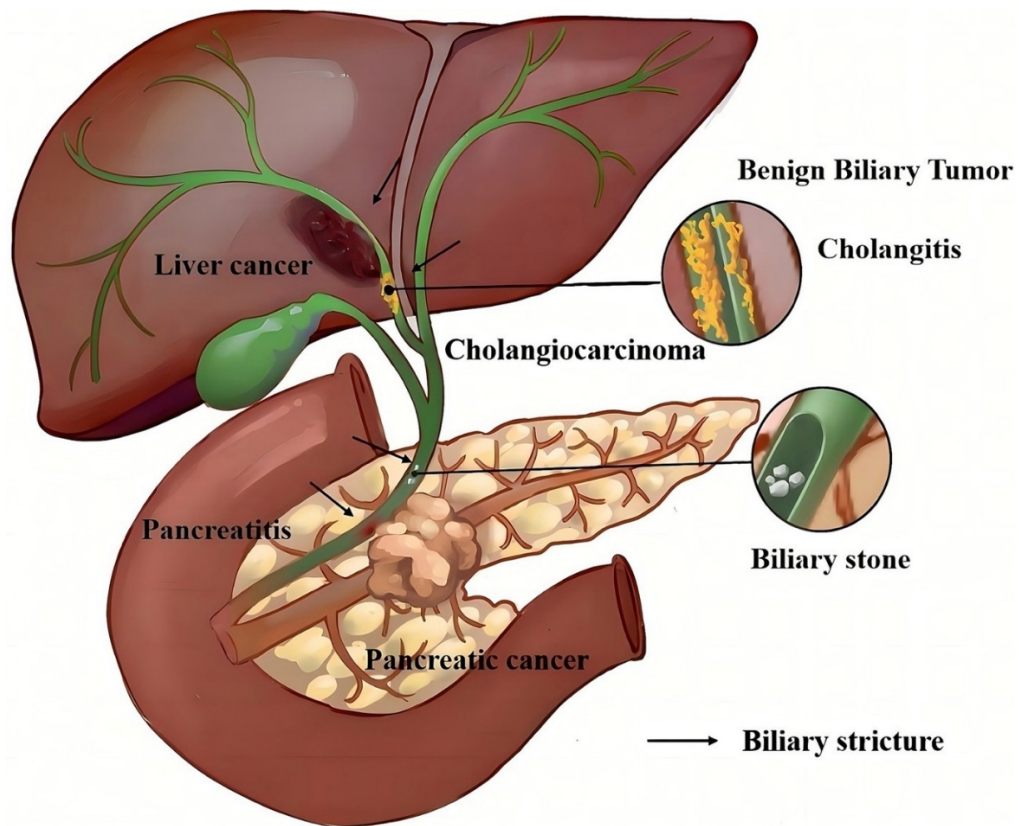
Selain klasifikasi tersebut, kadar bilirubin juga penting dinilai secara klinis. Bilirubin merupakan produk degradasi hemoglobin yang dieksresikan melalui duktus bilier menuju usus. Gangguan pada aliran empedu, baik akibat proses benigna maupun maligna pada duktus bilier, akan menyebabkan terhambatnya eksresi bilirubin sehingga terjadi peningkatan kadar bilirubin serum, khususnya fraksi bilirubin direk. Pada lesi maligna, obstruksi yang terjadi biasanya lebih progresif, irregular dan cenderung menyebabkan peningkatan kadar bilirubin yang lebih tinggi akibat hambatan aliran empedu yang lebih berat dan luas. Sebaliknya, striktur benigna, sering memberikan peningkatan bilirubin yang relatif lebih ringan dan dapat berfluktuasi sesuai dengan derajat obstruksi dan proses peradangan yang menyertainya. Berdasarkan penelitian Shao T, et al, didapatkan kadar bilirubin pada lesi maligna lebih dari 10 mg/dL dan lesi benigna kurang dari 10 mg/dL. (Shao T, et al, 2016)

Secara anatomi, duktus bilier terbagi menjadi duktus bilier intrahepatik dan extrahepatik, dimana secara embriologi berasal dari jalur diferensiasi yang berbeda. Duktus intrahepatik berasal dari hepatoblast yang letaknya dekat vena porta dan dikelilingi oleh mesenkim sedangkan duktus extrahepatik berasal dari endoderm. Namun, baik duktus intrahepatik maupun extrahepatik, urutan mekanisme terjadi striktur tetap sama yaitu, perbaikan dan regenerasi epitel, respon inflamasi dan deposisi fibrosis. Proses ini meliputi mekanisme regulasi autokrin dan parakrin pada sel-sel epitel duktus bilier yang dikoordinasi oleh *growth factors*, sitokin, *neurotransmitter* dan hormone, yang masing-masing memegang peran penting pada tiap mekanisme. Mekanisme yang mendasari striktur bilier melibatkan kombinasi faktor-faktor, termasuk inflamasi, jaringan parut, dan dalam beberapa kasus, penyumbatan total saluran bilier. Sebagai salah satu jenis sel inflamasi dan sel imunologi utama, makrofag dianggap sebagai "instruktur" perbaikan jaringan, yang tidak hanya berperan dalam reaksi inflamasi dan imunologi jaringan, tetapi juga memengaruhi angiogenesis dan fibrosis jaringan dengan melepaskan berbagai media secara langsung atau tidak langsung, tunggal atau sinergis. Reaksi inflamasi yang berkelanjutan mengakibatkan terkumpulnya makrofag dalam jumlah besar, yang mensintesis dan mengeluarkan faktor pertumbuhan polipeptida seperti MDGF, TGF- $\beta$ 1, dll. Faktor pertumbuhan polipeptida dapat menyebabkan proliferasi fibroblas yang tinggi, sintesis kolagen

yang berlebihan, dan stenosis sikatriks pada saluran billier. (Peng, Zhang, Xiang., 2025)

TGF- $\beta$  merupakan faktor pertumbuhan yang berkaitan erat dengan pembentukan jaringan parut dan merupakan jenis mitogen kuat yang berperan penting dalam pembelahan, perbanyakan, dan migrasi sel. Inilah sebabnya mengapa TGF- $\beta$ 1 menginduksi pembentukan jaringan granulasi. Jika fungsi ini menjadi terlalu kuat, TGF- $\beta$ 1 akan menyebabkan pembentukan jaringan parut. Ekspresi tinggi CD68 dan TGF- $\beta$ 1 berhubungan erat dengan proliferasi sikatriks billier. Sebagai zat penting dalam konduksi sinyal, makrofag dan TGF- $\beta$ 1 secara sendiri-sendiri atau sinergis, secara langsung atau tidak langsung memainkan peran penting dalam interaksi antara sel dan matriks ekstraseluler, dan menyebabkan disfungsi sel inflamasi dan sel perbaikan serta gangguan metabolisme kolagen, yang dapat menyebabkan penyembuhan trauma saluran billier yang berkepanjangan, pengendapan matriks ekstraseluler yang berlebihan, kontraksi sikatriks dan stenosis. (Peng, Zhang, Xiang., 2025)

Kerusakan iskemik pada duktus bilier, juga dikenal sebagai kolangiopati iskemik, dapat menyebabkan striktur bilier. Kolangiopati iskemik adalah kerusakan fokal pada duktus bilier akibat terganggunya aliran dari arteri hepatic melalui pleksus arteri peribilier. Iskemia yang berkepanjangan menyebabkan terbentuknya striktur bilier dan kolestasis obstruktif sekunder. (Rodrigues and Boike, 2021)



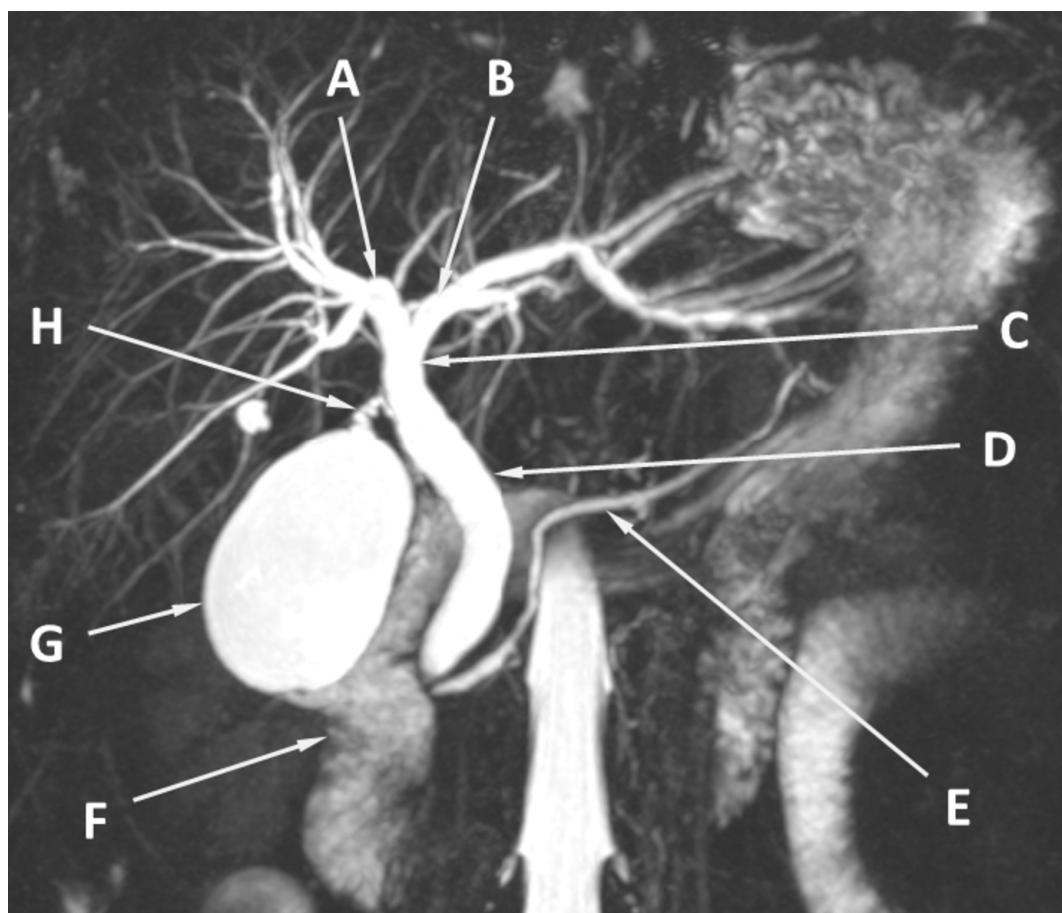
**Gambar 2.** Sistem hepatobilier dan sebagian penyebab striktur bilier. (Ni et al., 2024)

### 1.2.3 MRI MRCP pada Striktur Duktus Bilier

Penyakit saluran bilier umum terjadi dan evaluasinya mungkin sulit. Seringkali, pencitraan invasif seperti ERCP dan *percutaneous transhepatic cholangiography* (PTC) memberikan baku emas untuk diagnosis dan pengobatan penyakit duktus bilier. Namun, tes noninvasif seperti MRI MRCP menawarkan banyak keuntungan dan sering kali menjadi tes diagnostik lini pertama untuk banyak skenario bilier karena efektivitasnya, noninvasif, ketersediaan luas, dan kemampuan untuk memandu prosedur dan pembedahan invasif dengan lebih baik (Welle et al., 2020).

Komponen paling penting dari evaluasi MRI pada saluran bilier adalah gambar MRCP. MRCP secara tradisional terdiri dari sekuens *T2 - weighted* (T2WI), yang menampilkan kandungan air empedu yang tinggi untuk memperlihatkan anatomi saluran bilier, termasuk penyempitan dan defek pengisian. Sekuens ini menyorot lumen duktus bilier dan menekan sinyal latar belakang untuk menciptakan gambar di mana duktus bilier terlihat jelas. MRCP

dapat diperoleh sebagai pemeriksaan mandiri atau terbatas atau bersamaan dengan MRI yang lebih komprehensif. MRCP terbatas menawarkan keuntungan akuisisi cepat dan tanpa risiko dan kerumitan pemberian kontras intravena dan sangat efektif untuk diagnosis banyak masalah bilier, seperti identifikasi koledokolitiasis. Sebagai alternatif, MRI liver dan studi MRCP penuh memungkinkan untuk evaluasi patologi bilier tambahan dan fitur pencitraan sekunder, seperti penebalan dinding bilier, ukuran gallbladder, penggambaran tumor, dan perubahan parenkim hati. (Welle et al., 2020)



**Gambar 3.** MRCP pada saluran bilier dan struktur yang berdekatan. A: *Right hepatic duct* B: *Left hepatic duct* C: *Common hepatic duct* D: *Common bile duct* E: *Pancreatic duct* F: *Second part of duodenum* G: *Gallbladder* H: *Cystic duct*. (Green and Blunt, 2012)

Striktur bilier merupakan penyempitan saluran bilier, yang menyebabkan penyumbatan yang dapat disebabkan oleh etiologi benigna atau maligna. Diagnosis yang akurat sangat penting tetapi sulit dilakukan karena adanya gambaran yang tumpang tindih antara striktur benigna dan maligna. (Raza et al., 2025)

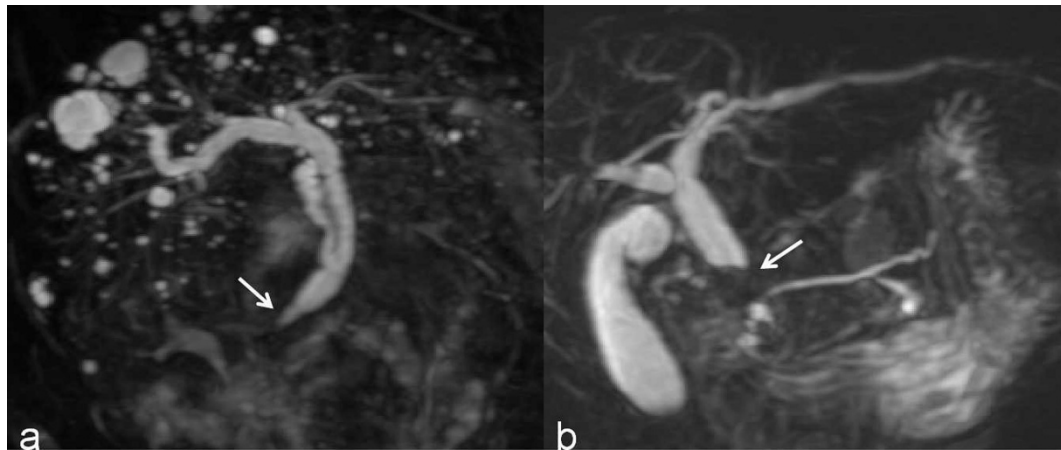
Striktur bilier biasanya disertai dengan dilatasi duktus di bagian hulu. MRCP adalah modalitas pencitraan yang sangat akurat yang telah diadopsi secara luas dalam evaluasi obstruksi bilier, dengan sensitivitas diagnostik yang dilaporkan hingga 98%. Namun, sensitivitas MRCP untuk membedakan striktur benigna dari maligna lebih lemah, berkisar antara 30 hingga 98%. MRI MRCP memiliki sensitivitas 87,5%, spesifisitas 85,3%, nilai prediksi positif 80,8%, nilai prediksi negatif 90,6% dan akurasi diagnostik 82,7% dalam memprediksi sifat striktur. MRI MRCP dapat menentukan tingkat obstruksi pada 85–100% kasus, sedangkan sensitivitas diferensiasi striktur benigna dari maligna sangat bervariasi dari 30% hingga 98% dalam kepustakaan. Pada penelitian Park et al. menemukan sensitivitas, spesifisitas dan akurasi masing-masing 81%, 70% dan 76% untuk MRI MRCP untuk membedakan antara striktur benigna dan maligna. MRCP menggunakan sekuens *T2-weighted* yang sangat banyak untuk menyorot cairan bilier statis dan membuat gambar beresolusi tinggi. MRCP mampu mengonfirmasi keberadaan striktur, menentukan tingkat anatominya, memvisualisasikan batu intraduktal sekecil 2 mm dan menyingkirkan massa yang mendasarinya. (Raza et al., 2025)

Striktur saluran bilier dapat disebabkan oleh penyebab benigna dan maligna. Striktur benigna biasanya memiliki tepi yang meruncing dan tepi yang halus dan simetris, sedangkan striktur maligna ditandai dengan tepi yang menyempit dan tepi yang tidak teratur dan asimetris. Striktur maligna juga biasanya melibatkan segmen yang lebih panjang dibandingkan dengan segmen yang lebih pendek yang terlihat pada striktur benigna dan menunjukkan peningkatan pada pencitraan penampang kontras yang ditingkatkan. (Raza et al., 2025)

Striktur maligna biasanya bermanifestasi dengan penyempitan yang tidak teratur dan tiba-tiba dengan sudut tumpul, sedangkan striktur benigna cenderung memiliki tepi luar yang halus dan meruncing secara bertahap dengan sudut lancip. Sudut striktur diukur secara kuantitatif dan dikaitkan dengan pola striktur dan sudut ujung penyempitan, dan faktor ini dapat menyebabkan penyempitan yang tidak teratur dan tiba-tiba serta sudut tumpul tidak signifikan pada beberapa analisis. Pada penelitian Wang dkk menunjukkan sudut striktur saluran bilier yang lebih besar sama dengan dari  $84,1^{\circ}$  lebih mungkin merupakan striktur saluran bilier maligna. (Wang et al., 2021)

Penyempitan perlahan lebih sering terjadi pada kelainan patologi benigna

karena penyempitan saluran bilier yang sangat pendek. Park et al., menyatakan bahwa fibrosis yang melimpah dan reaksi desmoplastik tanpa pembentukan massa yang pasti pada beberapa karsinoma duktus bilier dapat menyebabkan penyempitan yang melibatkan segmen duktal yang panjang dan tampak meruncing secara tiba-tiba dan tanpa efek massa daripada penyempitan yang perlahan. (Suthar, 2015)



**Gambar 4.** Gambaran MRCP pada striktur bilier benigna dan maligna (A) Gambar MRCP menunjukkan striktur bilier benigna dengan penyempitan bertahap, penyempitan konsentris dan simetris, sudut lancip ujung penyempitan, tepi halus, dan tidak adanya tanda saluran ganda (panah putih). (B) Gambar MRCP menunjukkan striktur bilier maligna dengan penyempitan tiba-tiba, eksentrik, dan asimetris, sudut tumpul ujung penyempitan, tepi tidak teratur, dan adanya tanda saluran ganda (panah putih). (Wang et al., 2021)

Kriteria untuk diferensiasi didasarkan pada temuan yang diamati selama MRCP langsung dan mencakup margin yang tidak teratur, dilatasi asimetris bilier, penyempitan striktur yang tiba-tiba atau bertahap, ada atau tidak adanya massa, ukuran gallbladder dan panjang striktur. Striktur maligna biasanya panjang karena memiliki pola pertumbuhan infiltratif, yang menyebar secara intramural di bawah lapisan epitel. Striktur tidak teratur dengan dilatasi asimetris karena sifat keterlibatan saluran bilier oleh tumor. Batas striktur yang halus dan dilatasi simetris radikal bilier lebih sering terlihat pada striktur benigna. Penelitian menemukan bahwa adanya massa, striktur dengan panjang yang panjang (3 cm vs 1,2 cm) dan margin yang tidak teratur dan dilatasi asimetris saluran bilier membantu dalam membuat diagnosis striktur maligna (Raza et al., 2025). Penelitian Park et al. menemukan panjang striktur (3 cm vs 1,3 cm) dengan margin yang tidak teratur dan penyempitan asimetris duktus bilier menunjukkan etiologi maligna (Park et al., 2004). Bain et al. menemukan penyempitan panjang (3 cm vs 0,8 cm) dan adanya

dilatasi duktus intrahepatik (93% vs 36%) yang menunjukkan etiologi maligna. (Bain et al., 2000)

Penyempitan segmen panjang lebih umum ditemukan pada striktur maligna dan striktur segmen pendek lebih umum bersifat benigna. Striktur maligna biasanya panjang karena memiliki pola pertumbuhan infiltratif, yang menyebar secara intramural di bawah lapisan epitel. Yu et al., juga melaporkan bahwa striktur maligna secara signifikan lebih tebal dan lebih panjang daripada striktur benigna dan dilatasi saluran bilier hulu lebih besar pada kasus kolangiokarsinoma infiltratif daripada pada kasus benigna. Kim et al., menunjukkan bahwa segmen yang menyempit dengan fitur MRI berikut lebih mungkin maligna: *hyperenhancement* relatif terhadap hati selama fase vena porta, dilatasi proximalnya lebih dari 10 mm, panjang lebih dari 12 mm, diameter lumen yang striktur < 1 mm, tepi luar tidak jelas, ketidakteraturan lumen, dan asimetris. Katabathina et al., dalam penelitian mereka menemukan bahwa striktur benigna menunjukkan striktur halus segmen pendek dari saluran hepatic atau saluran bilier dengan dilatasi bilier intrahepatik terkait pada MRCP. (Suthar, 2015)



**Gambar 5.** Gambaran MRCP dengan menunjukkan perbedaan sudut dan panjang pada striktur duktus bilier benigna dan maligna. Gambar kiri: Striktur saluran bilier benigna. Gambar MRCP 3D menunjukkan striktur saluran bilier dengan dilatasi duktus bilier di hulu. Panjang penyempitan adalah 4 mm, sudut striktur saluran bilier adalah 67,7° dan tanda saluran ganda tidak ada. Gambar kanan: striktur duktus bilier maligna pada pria berusia 59 tahun mengonfirmasi lesi sebagai kolangiokarsinoma setelah operasi. Gambar MRCP menunjukkan oklusi asimetris yang tiba-tiba dengan tepi yang tidak teratur (panah putih). Panjang segmen terpanjang adalah 16 mm, sudut striktur adalah 100,4° dan tanda duktus ganda tidak ada (Wang et al., 2021).

Pada MRCP, ditemukannya lesi massa duktus bilier yang lebih tebal dan hydrops GB lebih menunjukkan maligna terutama jika letaknya di distal duktus

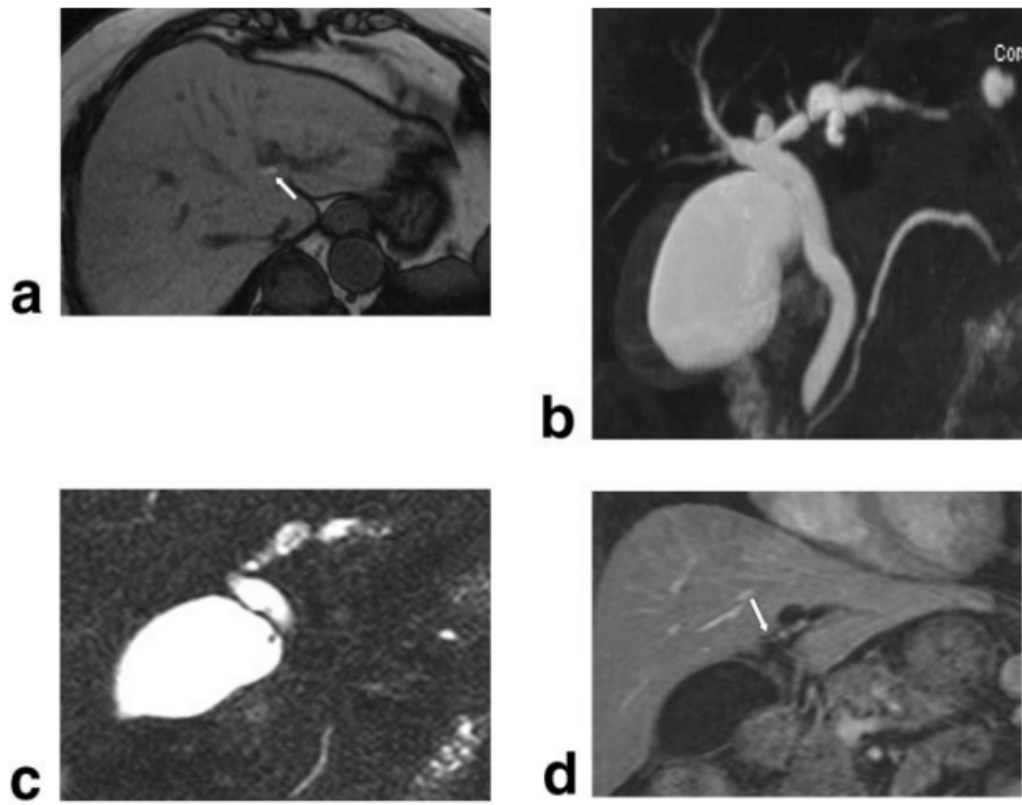
bilier dibandingkan dengan kondisi benigna, meskipun tidak dapat memberikan gambaran pasti. Sekitar 62% striktur maligna menunjukkan lesi massa dengan striktur duktus bilier pada MRCP dalam penelitian Suthar dkk, sedangkan hanya satu kasus striktur benigna yang menunjukkan lesi massa (4%) yang terbukti benigna pada histopatologi yang menunjukkan perubahan inflamasi. Dengan demikian, keberadaan massa sangat spesifik untuk striktur maligna tetapi tidak adanya massa tidak menyingkirkan kemungkinan maligna. Temuan ini serupa dengan penelitian oleh Saluja et al., dimana 66,6% kasus striktur bilier maligna menunjukkan lesi massa. (Suthar, 2015)



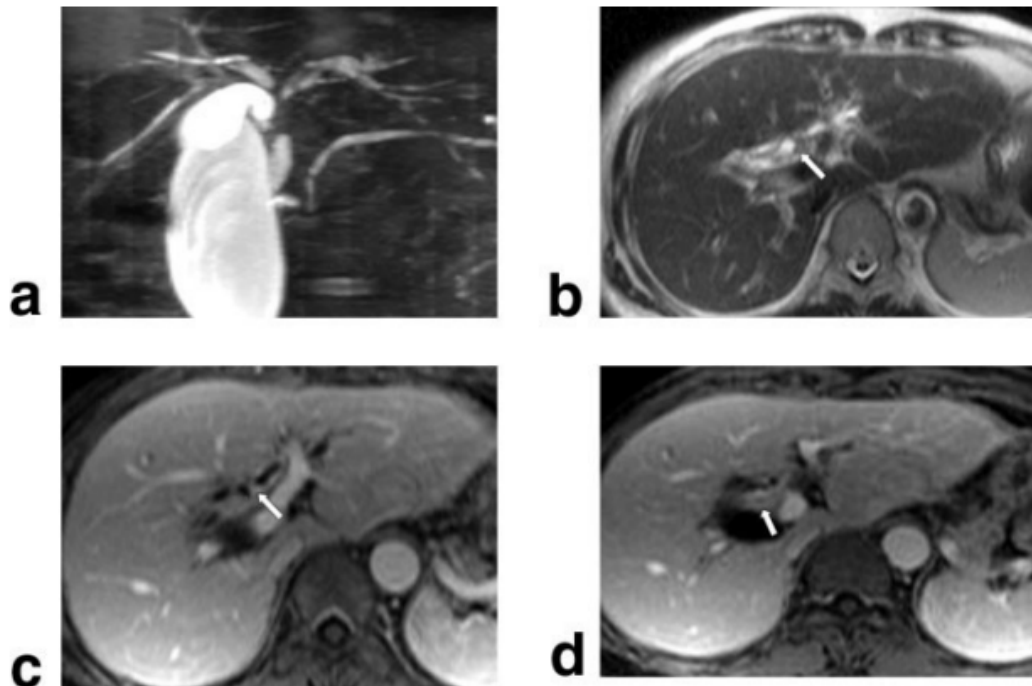
**Gambar 6.** Gambar MRCP pada pasien dengan massa duktus bilier (a) Gambar aksial MRI T2-weighted yang menunjukkan lesi massa hipointens (panah) pada titik pertemuan yang menunjukkan etiologi maligna. (b) Gambar proyeksi MRCP yang menunjukkan pemisahan duktus kanan dan kiri pada titik pertemuan (panah) dan tepi tidak teratur yang menunjukkan striktur maligna. (c) Gambar proyeksi MRCP yang menunjukkan striktur tepat di bawah titik pertemuan dengan tepi tidak teratur (panah) yang menunjukkan striktur maligna. Diagnosis akhir: kolangiokarsinoma. (Saluja et al., 2007)

Pada MRCP, salah satu evaluasi striktur duktus bilier yang dapat dinilai adalah diameter lumen pada titik striktur. Parameter ini menggambarkan derajat obstruksi pada duktus bilier dan dapat membantu dalam membedakan etiologi striktur yang bersifat benigna maupun maligna. Secara umum, pada striktur benigna, lumen duktus masih dapat teridentifikasi meskipun mengalami penyempitan. Diameter lumen pada titik striktur biasanya masih sekitar 1-2 mm, dengan pola penyempitan yang relatif halus dan margin yang teratur. Sebaliknya, striktur yang bersifat maligna umumnya menunjukkan derajat penyempitan lumen yang lebih berat. Pada kondisi ini, lumen duktus bilier sering kali tampak sangat sempit hingga mendekati obliterasi. Pada MRCP, diameter lumen pada titik striktur dapat kurang dari 1 mm atau bahkan tidak tampak sama sekali, yang mencerminkan obstruksi yang hampir total. Selain itu, striktur maligna biasanya disertai dengan karakteristik morfologi lain seperti margin irregular dan penyempitan lebih panjang. (Park et al., 2004)

Gallbladder berperan sebagai organ penyimpan dan pengatur pengeluaran empedu menuju duktus bilier. *Hydrops* gallbladder umumnya terjadi ketika duktus sistikus atau duktus koledokus mengalami obstruksi sehingga gallbladder tidak mampu mengosongkan isinya. Kondisi ini menyebabkan distensi gallbladder akibat akumulasi cairan empedu atau mukus, sehingga ukuran gallbladder membesar dan dindingnya tampak menipis. Keadaan ini sering dikaitkan dengan obstruksi bilier yang berat atau berlangsung lama, termasuk pada proses maligna. Sebaliknya, kolaps gallbladder dapat terlihat pada kondisi di mana empedu tidak dapat masuk ke gall bladder, misalnya akibat obstruksi tinggi di hilus atau bila terdapat gangguan aliran empedu ke arah gallbladder. Gallbladder juga dapat tampak kolaps pada kondisi pasca makan, setelah kontraksi fisiologis, ataupun pasca tindakan intervensi bilier seperti pemasangan stent atau drainase. (Shaffer EA, 2008)



**Gambar 7.** Striktur bilier benigna yang khas pada pria berusia 57 tahun. a: Gambar GRE fase transversal prakontras menunjukkan dilatasi duktus biliaris intrahepatik kiri. Batu duktus intrahepatik SI tinggi terlihat (panah). b dan c: Gambar Turbo Spin Echo (TSE) 3D dan MRCP HASTE menunjukkan striktur bilier bersegmen pendek pada duktus intrahepatik utama kiri. Panjang segmen terpanjang dari struktur bilier adalah 5 mm. d: Gambar GRE 3D pascakontras koronal pada fase vena porta menunjukkan penyempitan lumen berdinding tipis dan isoenhansemen relatif terhadap parenkim hati dari dinding duktus biliaris yang terlibat (panah). (Kim et al., 2007)



**Gambar 8.** Striktur bilier maligna yang khas pada wanita berusia 62 tahun. a: Gambar MRCP Turbo Spin Echo (TSE) 3D menunjukkan striktur bilier yang melibatkan duktus hepaticum komunis dan kedua duktus intrahepatik utama. Panjang segmen terpanjang adalah 24 mm. b: Gambar HASTE T2W transversal menunjukkan SI yang lebih tinggi dari dinding yang terlibat relatif terhadap SI parenkim hati. c dan d: Gambar Gradient echo sequences (GRE) 3D pascakontras transversal pada fase vena porta dengan jelas menunjukkan penebalan dinding bagian hilus duktus empedu. (Kim et al., 2007)

### 1.3 Rumusan Masalah

Beberapa karakteristik striktur duktus bilier yang dinilai pada MRI MRCP adalah apakah margin striktur regular ataupun irregular, tipe penyempitan dari duktus bilier apakah secara tiba-tiba atau perlahan, panjang dari striktur, sudut yang terbentuk pada ujung striktur apakah *obtuse* ataupun *acute*, diameter lumen striktur, ukuran kaliber lumen segmen proximal dari striktur apakah dilatasi ringan atau berat, ukuran gallbladder apakah hydrops atau kolaps, yang digunakan untuk menentukan penyebab striktur apakah benigna atau maligna serta apakah MRI MRCP menunjukkan sensitifitas dan spesifitas yang cukup tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengharapkan MRI MRCP dapat digunakan untuk diagnosis dini penyebab kelainan striktur agar mendapatkan penanganan dan tindakan awal yang lebih tepat dan non-invasif, mengingat alat diagnosis lain seperti ERCP merupakan tindakan yang invasif. Selain itu, penulis berasumsi, jika karakteristik tersebut lebih diperhatikan dan

dapat ditentukan pada pemeriksaan MRI MRCP, tentu meningkatkan akurasi diagnostik dari MRI MRCP. Berdasarkan asumsi tersebut, kami menyusun pertanyaan yang perlu mendapatkan jawaban yaitu :

Bagaimana kesesuaian margin striktur, tipe penyempitan, panjang striktur, sudut striktur, diameter lumen striktur, ukuran kaliber lumen segmen proximal duktus bilier atau ukuran gallbladder menggunakan MRI MRCP pada lesi benigna dan maligna dengan hasil operasi atau histopatologi ?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Menilai kesesuaian karakteristik striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP pada pasien dengan lesi benigna dan maligna

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

1. Menilai margin striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
2. Menilai tipe penyempitan dari striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
3. Menilai panjang dari striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
4. Menilai sudut yang terbentuk pada striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
5. Menilai diameter lumen striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
6. Menilai ukuran kaliber lumen segmen proximal dari striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
7. Menilai ukuran gallbladder pada striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP
8. Menilai MRI MRCP dalam menentukan etiologi striktur duktus bilier apakah lesi benigna atau maligna dibandingkan hasil operasi atau histopatologi

## **1.5 Hipotesis**

Terdapat kesesuaian margin striktur, tipe penyempitan, panjang striktur, sudut striktur, diameter lumen striktur, ukuran kaliber lumen segmen proximal striktur duktus bilier atau ukuran gallbladder menggunakan MRI MRCP pada lesi benigna dan maligna dibandingkan hasil operasi atau histopatologi

## **1.6 Manfaat Penelitian**

### **1.6.1 Manfaat Teoritis:**

Memberikan informasi ilmiah, menambah wawasan dan pengetahuan mengenai penyebab striktur duktus bilier, lesi benigna atau maligna, berdasarkan karakteristiknya menggunakan MRI MRCP

### **1.6.2 Manfaat Metodologis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih data ilmiah sebagai sarana referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya mengenai karakteristik striktur duktus bilier

### **1.6.3 Manfaat Aplikatif**

1. Dalam bidang pelayanan kesehatan, hasil penelitian dapat membantu klinisi dalam menentukan penyebab striktur duktus bilier, lesi benigna atau maligna
2. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pasien dengan striktur duktus bilier dalam tindak lanjut tatalaksana yang lebih cepat dan akurat sehingga dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup.

**Tabel 3** Beberapa penelitian terkait karakteristik striktur duktus bilier menggunakan MRI MRCP pada pasien dengan lesi benigna dan maligna

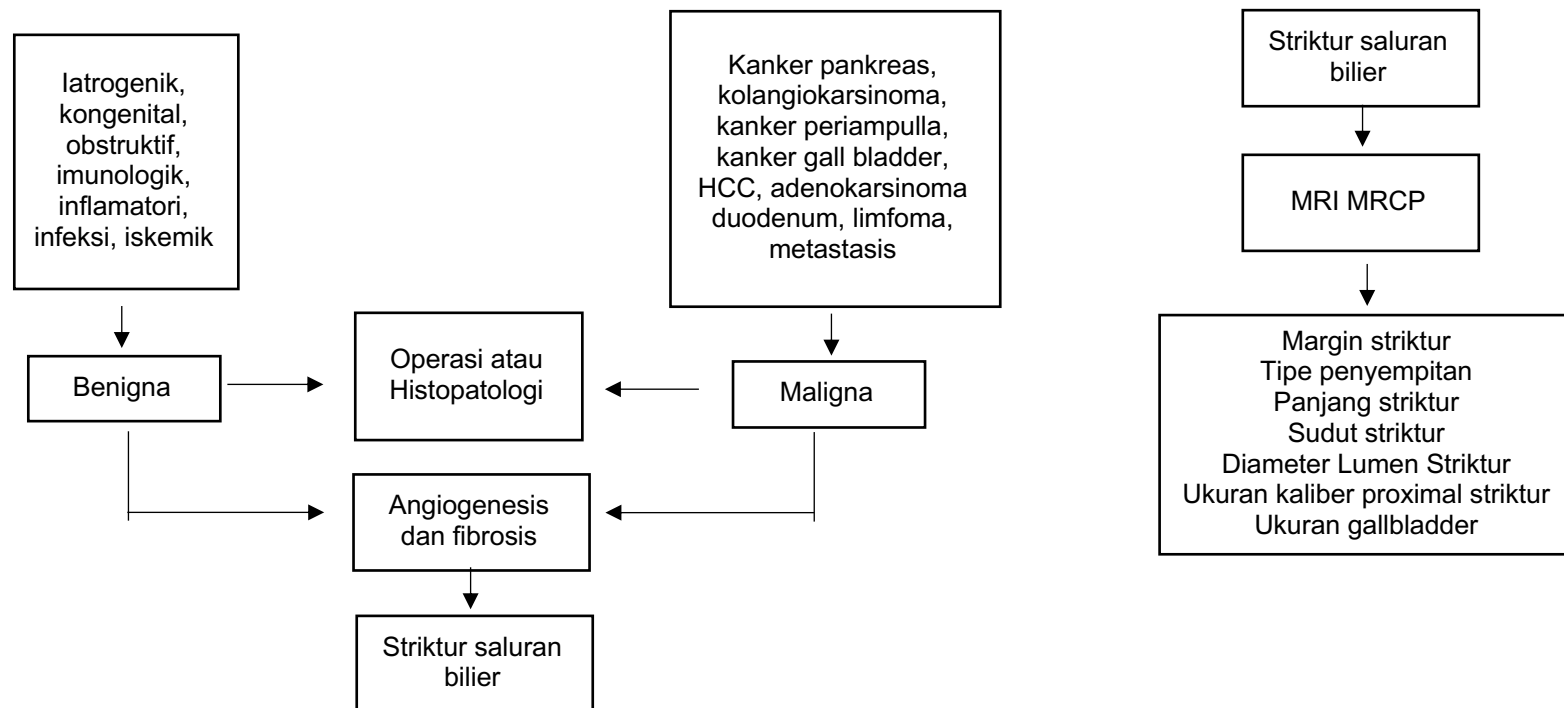
| Referensi                 | Subjek                                                                                                                    | Metode Penelitian      | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Kim et al., 2007).       | Sebanyak 44 pasien dengan striktur bilier                                                                                 | Retrospektif           | Pada pemeriksaan MRCP, adanya <i>hyperenhancement</i> relatif terhadap parenkim hati, panjang > 12 mm, ketebalan dinding > 3 mm, batas luar tidak jelas, ketidakteraturan lumen, dan asimetri striktur saluran bilier merupakan faktor signifikan untuk maligna ( $P < 0,05$ ). Striktur maligna secara signifikan lebih tebal ( $5,0 \pm 2,0$ mm) dan lebih panjang ( $27,0 \pm 13,6$ mm) daripada striktur benigna. |
| (Suthar, 2015).           | 75 pasien dengan temuan klinis dan laboratorium yang menunjukkan adanya obstruksi bilier                                  | Kohort prospektif      | Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi diagnostik MRCP untuk membedakan penyebab benigna dari maligna dari striktur bilier masing-masing adalah 85,7%, 96,3%, dan 93,3%.                                                                                                                                                                                                                                              |
| (Saluja et al., 2007)     | 58 pasien dengan 34 pasien memiliki etiologi benigna dan 24 memiliki etiologi maligna pada pasien dengan striktur bilier. | Kohort prospektif      | Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi diagnostik MRI/MRCP (masing-masing 87,5%, 85,3%, 82,7%) untuk mendeteksi striktur bilier.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| (Elwhab SMA et al., 2022) | 30 pasien dengan 19 pasien memiliki etiologi benigna dan 11 memiliki etiologi maligna berdasarkan histopatologi           | <i>Cross sectional</i> | Sensitivitas, spesifisitas, PPV, NPV dan akurasi diagnostik MRCP untuk membedakan penyebab benigna dan maligna dari striktur bilier berdasarkan histopatologi masing-masing adalah 100%, 84,21%, 78,57%,                                                                                                                                                                                                              |

|                               |                                                                                                                              |              |                                                                                                                                                             |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                                                                                              |              | 100% dan 90%                                                                                                                                                |
| (Kumari <i>et al.</i> , 2022) | 100 pasien dengan 62 pasien memiliki etiologi benigna dan 35 pasien memiliki etiologi maligna, 3 pasien <i>indeterminate</i> | Retrospektif | Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi diagnostik MRI/MRCP (masing-masing 97%, 85%, 92,75%) untuk mendeteksi etiologi striktur bilier, benigna atau maligna |

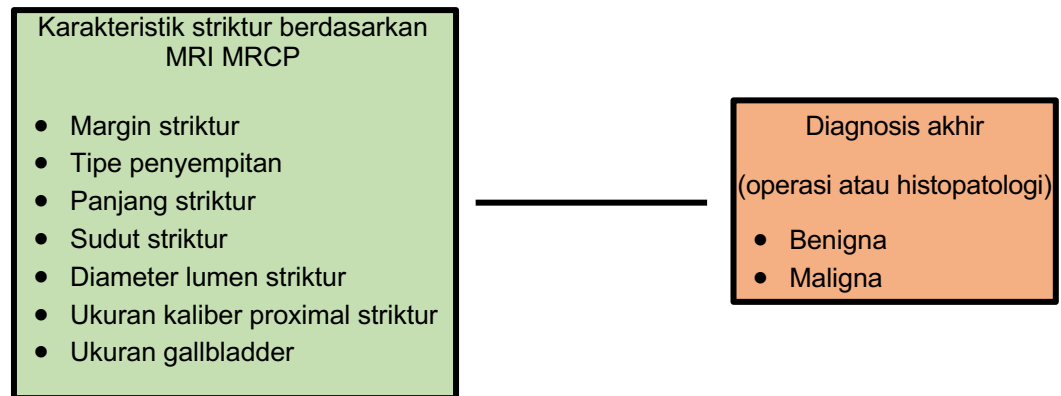
## BAB II

### KERANGKA PENELITIAN

#### 2.1 Kerangka Teori



## 2.2 Kerangka Konsep



 = Variabel Bebas / Independent

 = Variabel Tergantung / Dependent