

Radiologic Features and Prognosis of Gastric Perforation

I Putu Aryana Kusuma Putra^{1*}, Inayah Wulandari¹, Shira Shalsabina Shafitri¹

¹Medical Education, Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Mataram, Indonesia;

Article History

Received : September 03th, 2025

Revised : September 30th, 2025

Accepted : October 12th, 2025

*Corresponding Author: **I Putu**

Aryana Kusuma Putra,

Medical Education Study
Program, Faculty of Medicine
and Health Science, University
of Mataram, Mataram,
Indonesia;

Email:

Putuaryana23@gmail.com

Abstract: Gastric perforation carries high rates of morbidity and mortality, making it a critical surgical emergency. This systematic review presents recent evidence of radiological imaging, including its evaluation for the diagnosis of gastric perforation and its effect on patient prognosis. The search strategy included an extensive literature review from online databases, including PubMed and Google Scholar, with key phrases (such as "gastric perforation" and "diagnostic imaging"). A qualitative synthesis was done to evaluate the diagnostics of different imaging techniques and prognostic factors. The most relevant result is that Multidetector Computed Tomography (MDCT) continues to be the golden test, showing 82-90% accuracy in detecting perforation based on identifiable characteristics of the extraluminal free air. In summary, gastric perforation is a life-threatening condition where quick, accurate diagnosis with MDCT is vital for better outcomes, as delays exceeding 24 hours significantly raise mortality risk. This review highlights the importance of integrating MDCT into clinical protocols to speed up diagnosis and treatment, ultimately enhancing patient survival.

Keywords: Diagnostic imaging, gastric perforation, MDCT, radiology, prognosis.

Pendahuluan

Perforasi gaster merupakan komplikasi tukak peptik yang mengancam jiwa dengan mortalitas tinggi, menjadikannya salah satu kegawatdaruratan bedah paling serius secara global (Drakopoulos et al., 2021; Velde et al., 2024). Oleh karena itu, kecepatan dan ketepatan diagnosis menjadi faktor krusial yang secara langsung menentukan keberhasilan penanganan serta keselamatan pasien.

Pendekatan diagnostik ideal saat ini telah bergeser ke arah pemanfaatan modalitas pencitraan canggih, terutama *computed tomography* (CT), untuk deteksi dini dan penentuan lokasi perforasi yang akurat (Romano et al., 2022). Perkembangan teknologi berkelanjutan, seperti *multidetector CT* (MDCT), bertujuan untuk terus meningkatkan presisi diagnostik demi tercapainya luaran klinis yang lebih baik (Jung et al., 2023).

Meskipun teknologi telah maju, diagnosis di lapangan tetap menghadapi tantangan signifikan akibat presentasi klinis yang tidak spesifik dan temuan radiologis yang bervariasi (Drakopoulos et al., 2021). Selain itu, nilai prognostik dari fitur pencitraan tertentu masih kurang dieksplorasi, yang berisiko menyebabkan keterlambatan keputusan bedah dan stratifikasi risiko yang tidak optimal (Heo et al., 2025; Kobayashi et al., 2024).

Oleh karena itu, tinjauan sistematis ini bertujuan untuk mengevaluasi bukti ilmiah terkini mengenai performa diagnostik berbagai teknik pencitraan serta mengidentifikasi prediktor radiologis yang memengaruhi prognosis pasien. Penelitian ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan pengetahuan dan menyediakan landasan untuk pengembangan protokol klinis yang lebih efektif dalam penanganan perforasi gaster (Bini et al., 2020; Velde et al., 2024).

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka untuk mengkaji secara mendalam mengenai perforasi gaster dan peran pencitraan radiologis dalam mendiagnosis serta menentukan prognosis dari penyakit tersebut. Literatur yang digunakan diperoleh melalui database daring seperti PubMed, Google Scholar, ProQuest, ScienceDirect, dan platform sejenis lainnya. Kata kunci yang digunakan adalah ("gastric perforation" OR "stomach perforation" OR "perforated peptic ulcer") AND ("radiology" OR "diagnostic imaging" OR "CT scan" OR "radiography"). Untuk menyaring hasil penelusuran yang diperoleh, digunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) Memiliki inti pembahasan yang relevan dengan topik yang diteliti, (2) Menggunakan Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia. Kriteria eksklusi meliputi: (1) Literatur yang tidak dapat diakses secara lengkap, (2) Sumber literatur berupa artikel non-ilmiah atau opini. Dengan kriteria tersebut, didapatkan 28 literatur yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini.

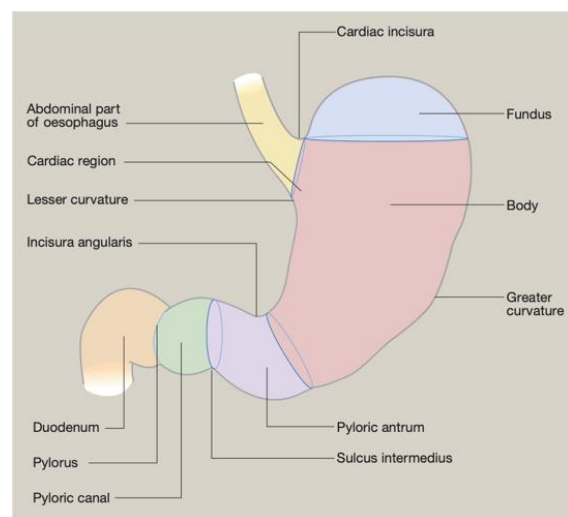
Hasil dan Pembahasan

Anatomi Gaster

Gaster sebagian besar terletak di daerah hipokondrium kiri, berada di bawah bagian bawah tulang rusuk. Bagian distal dan inferior dari gaster terletak di wilayah epigastrium dan umbilikus atas dari abdomen. Dimensi, bentuk, dan posisi gaster dapat bervariasi secara signifikan, dipengaruhi oleh postur tubuh dan tingkat pengisian gaster. Ketika kosong, gaster tampak datar dan memiliki permukaan anterior dan posterior, yang dibatasi oleh kurvatur besar dan kecil. Kurvatur kecil membentuk batas atas kanan, sementara kurvatur besar membentuk batas bawah kiri.

Gaster memiliki dua lubang utama atau orifis: orifis kardiak proksimal, yang menghubungkan gaster dengan kerongkongan, dan orifis pylorus distal, yang menghubungkan ke duodenum. Daerah di sekitar kedua lubang ini disebut sebagai kardia dan pylorus. Bagian utama gaster meliputi fundus, corpus, dan pylorus. Fundus adalah bagian atas yang menonjol di atas tingkat orifis kardiak dan terletak di sebelah kiri kerongkongan abdomen, bersentuhan dengan kubah kiri diafragma. Sekitar dua pertiga jarak

dari orifis kardiak sepanjang kurvatur kecil terdapat sebuah lekukan khas yang dikenal sebagai incisura angularis. Corpus gaster membentang dari orifis kardiak hingga lekukan ini, merupakan bagian terbesar dan paling elastis, berisi sel parietal yang mensekresikan asam klorida (HCl) (Baca-Arzaga et al., 2019). Bagian pylorus membentang dari incisura angularis hingga pertemuan gastroduodenal, terdiri dari antrum pylorus secara proksimal dan kanalis pylorus secara distal. Ujung distal dari kanalis pylorus memiliki sfingter yang menonjol, terletak tepat di proksimal orifis pylorus, yang dapat dengan mudah diraba (Mahadevan, 2020).



Gambar 1. Batas dan Regio Lambung (Tampak Anterior) (Mahadevan, 2020)

Definisi

Perforasi gaster merupakan kondisi rusaknya dinding gaster sehingga terbentuk koneksi antara lumen gaster dan rongga peritoneum. Kondisi ini merupakan keadaan darurat bedah yang umum dan dapat menyebabkan komplikasi yang mengancam nyawa (Elroy patrick). Perforasi gaster dapat terjadi secara spontan atau akibat trauma. Perforasi gaster paling sering terjadi di antrum dan terutama disebabkan oleh *Peptic Ulcer Disease* (PUD) pada sekitar 5–20% kasus, sedangkan penyebab lain meliputi trauma, kanker, dan cedera iatrogenik (Del Gaizo et al., 2014; Pouli et al., 2020).

Epidemiologi

Rasio *Incidence rate* pada perforasi gaster meningkat seiring bertambahnya usia. Insidens PUD diperkirakan sebesar 1,5-3%, prevalensi seumur hidup perforasi adalah 5%, dan tingkat kematian berkisar antara 1,3 hingga 25% dan lebih sering terjadi pada laki-laki (Weledji, 2020). Diameter perforasi sering dihubungkan dengan tingkat mortalitas pasien. Ulserasi gaster jinak sebagian besar terjadi pada usia lanjut, pada kurvatur kecil. Ulserasi pada kurvatur besar, fundus, dan antrum lebih sering bersifat ganas. Meskipun 1% ulserasi pada gaster adalah pre-malignant, persentase kanker pada perforasi gaster adalah 9% dan cukup signifikan. Perforasi gaster akan mengakibatkan peritonitis akut sehingga penderita akan merasa kesakitan hebat. Gejala yang sering terjadi adalah nyeri tiba-tiba, takikardi, dan ketegangan pada dinding abdomen. Gejala lainnya meliputi ileus, muntah, gangguan pernapasan, hematochezia, dan hematemesis (Andrian et al., 2022).

Etiologi dan Faktor Risiko

Etiologi utama perforasi gaster adalah tukak peptik yang terkait dengan infeksi *Helicobacter pylori*, terutama pada individu lanjut usia dengan riwayat penggunaan NSAID jangka panjang, stres, merokok, dan konsumsi alkohol berlebihan. Selain itu, trauma, tumor seperti kanker kolorektal dan tumor stromal gastrointestinal (GIST) juga dapat menyebabkan perforasi. Faktor risiko lainnya meliputi prosedur medis atau iatrogenik seperti endoskopi atau ERCP. Perforasi juga dapat terjadi akibat kondisi iskemik, yaitu berhentinya aliran darah ke saluran pencernaan, akibat hambatan mekanis seperti hernia atau kondisi vaskular yang menyebabkan kerusakan pada dinding usus (AL Zoubi et al., 2022; Andrian et al., 2022).

Pada kasus neonatus dengan perforasi gaster, mekanismenya belum sepenuhnya dipahami (Huerta & Perez, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Sinnathamby et al., (2021) melaporkan penyebab iatrogenik, misalnya dari pemasangan selang nasogastrik (Sinnathamby et al., 2021). Studi lain juga melaporkan bahwa kelainan bawaan pada otot dinding gaster merupakan penyebab perforasi (Huerta & Perez, 2022; Jain et al., 2023). Selanjutnya yang menjadi faktor risiko utama perforasi gaster pada

neonatus adalah kelahiran prematur dan berat badan lahir rendah (Huang et al., 2021).

Patofisiologi

Pada orang dewasa, perforasi gaster sering terjadi akibat ulkus peptikum, disebabkan ketidakseimbangan faktor merusak dan melindungi mukosa. Penyebab utamanya adalah infeksi *Helicobacter pylori* dan penggunaan NSAID, termasuk aspirin. Interaksi kompleks antara *H. pylori* dan respons inang menentukan hasil infeksi, dipengaruhi oleh faktor virulen seperti CagA dan VacA yang memicu inflamasi dan cedera lambung (Lanas & Chan, 2017). Respons peradangan, dipengaruhi faktor genetik seperti polimorfisme sitokin, turut berperan (Lanas & Chan, 2017; Søreide, 2016). Lokasi ulkus bergantung pada pengaruh infeksi terhadap sekresi asam: pangastritis menyebabkan hiposekresi dan ulkus gaster, sedangkan gastritis di antrum meningkatkan sekresi asam dan menyebabkan ulkus duodenum (Lanas & Chan, 2017).

Sisi lain, kerusakan mukosa akibat OAINS terjadi melalui mekanisme sistemik dan lokal. Mekanisme utama secara sistemik adalah penghambatan enzim COX-1, yang mengurangi produksi prostaglandin, menyebabkan berkurangnya sekresi lendir dan bikarbonat, penghambatan proliferasi sel, dan penurunan aliran darah mukosa (Koto et al., 2016; Lanas & Chan, 2017). Secara lokal, OAINS juga merusak mukosa secara langsung dengan mengganggu lapisan fosfolipid dan membran sel (Lanas & Chan, 2017). Komponen iskemia vaskular, akibat OAINS maupun faktor lain seperti vasokonstriksi atau trombosis, diduga memperburuk kerusakan jaringan dan meningkatkan risiko perforasi (Assefa et al., 2025; Søreide, 2016). Infeksi jamur sekunder, seperti *Candida*, juga diduga memperburuk ulserasi (Søreide, 2016).

Perforasi gaster pada anak-anak di luar periode neonatal sangat jarang dan patofisiologinya berbeda dengan orang dewasa dan bayi baru lahir (Assefa et al., 2025). Perforasi Gaster Neonatal (PGN): PGN lebih umum ditemukan dibandingkan anak yang lebih tua, dengan insiden sekitar 1:5.000 kelahiran hidup (Iacusso et al., 2018). Etiologinya meliputi: prematuritas dan berat lahir rendah, imaturitas jaringan lambung, kelemahan dinding lambung, penurunan sel interstisial Cajal yang

mempengaruhi motilitas, dan penyebab sekunder seperti trauma iatrogenik, hipoksia, sepsis, atau anomali kongenital (Iacusso *et al.*, 2018). Perforasi spontan pada anak prasekolah sangat jarang, diakibatkan tekanan intraluminal tiba-tiba di atas 30 cm H₂O yang menekan aliran darah vena dan menyebabkan iskemia dan ruptur lambung (Assefa *et al.*, 2025). Lokasi perforasi memberi petunjuk etiologi. Pada dewasa, biasanya di regio pre-pilorus dan kurvatura minor, sementara pada anak dan neonatus, paling sering di kurvatura mayor, yang lebih fleksibel dan rentan terhadap kerusakan akibat peregangan (Assefa *et al.*, 2025; Iacusso *et al.*, 2018; Koto *et al.*, 2016).

Manifestasi Klinis

Pasien dengan perforasi gaster umumnya mengalami nyeri perut yang dimulai dari daerah epigastrium dan menyebar ke seluruh abdomen, disertai kekakuan perut dengan onset mendadak dan sangat tajam. Gejala sistemik juga muncul, seperti demam, takikardia, takipnea, dan hipotensi. Pasien juga mengeluh mual dan muntah, yang dapat berkembang menjadi distensi abdomen dan peritonitis berat. Pada kasus berat atau parah, hal ini dapat mengancam jiwa melalui terjadinya syok septik yang ditandai dengan delirium (Weledji, 2020). Manifestasi klinis pada neonatus dengan perforasi gaster meliputi distensi abdomen, muntah, hematemesis, ketidakstabilan hemodinamik, dan demam (Huerta & Perez, 2022; Lone *et al.*, 2024).

Peran Radiologi dalam Diagnosis Perforasi Gaster

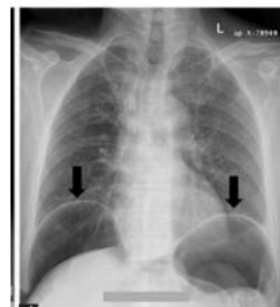
Peran radiologi dalam diagnosis perforasi gaster sangat penting, dengan multidetector computed tomography (MDCT) sebagai modalitas pencitraan utama dan paling berharga (Celik *et al.*, 2022; Pouli *et al.*, 2020). MDCT tidak hanya mendeteksi perforasi, tetapi juga melokalisasi situsnya dan mengidentifikasi penyebabnya, yang sangat penting untuk penentuan terapi dan prognosis pasien (Pouli *et al.*, 2020; Romano *et al.*, 2022). Temuan utama MDCT yang paling umum dan penting untuk perforasi gastroduodenal adalah udara bebas ekstraluminal (Celik *et al.*, 2022; Pouli *et al.*, 2020). Penyebaran spesifik udara ini memiliki nilai prediktif tinggi; keberadaan udara di area

periportal, perihepatik, dan perigastrik secara statistik sangat terkait dengan perforasi gastroduodenal (Celik *et al.*, 2022).

Tanda lain yang sering dilaporkan dan sangat mencurigai perforasi gastroduodenal adalah udara di sepanjang ligamen falciform (falciform ligament sign) dan di sekitar hilum hati (periportal free gas sign) (Pouli *et al.*, 2020; Romano *et al.*, 2022). Selain udara bebas, temuan langsung lainnya termasuk diskontinuitas tampak pada dinding lambung, sementara temuan tidak langsung meliputi penebalan dinding usus, peningkatan kontras mural yang abnormal, dan adanya helai lemak perigastrik (perigastric fat stranding) (Pouli *et al.*, 2020; Romano *et al.*, 2022). Dengan berbagai petunjuk ini, akurasi MDCT dalam melokalisasi lokasi perforasi dilaporkan mencapai 82% hingga 90%, menegaskan peran penting radiolog dalam diagnosis dan penatalaksanaan kondisi darurat tersebut.

Temuan Radiologis Pada Perforasi Gaster Foto Rontgen Abdomen Biasa

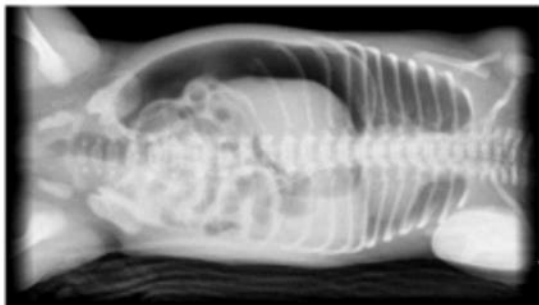
Pemeriksaan menggunakan foto rontgen abdomen merupakan metode pencitraan yang efisien, cepat, dan murah, terutama untuk anak-anak dengan penyakit berat maupun bayi baru lahir. Pada pemeriksaan pasien dengan perforasi gastrik menggunakan rontgen, ditemukan pneumoperitoneum, yaitu adanya udara di rongga peritoneum (perut) yang biasanya disebabkan oleh perforasi dinding organ berongga (Sureka *et al.*, 2015). Rontgen dada (CXR) adalah salah satu pemeriksaan yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi dalam mendeteksi udara bebas intraperitoneal (Sureka *et al.*, 2015).



Gambar 2. Rontgen dada menunjukkan udara bebas dibawah diafragma (panah hitam) (Sureka *et al.*, 2015).



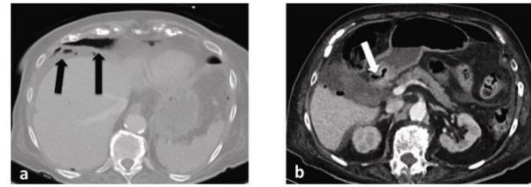
Gambar 3. Neonatus lahir cukup bulan berusia 4 hari dengan perut membesar, nafas pendek dan perubahan warna kulit. Radiografi foto polos abdomen menunjukkan foot-ball sign (Chen *et al.*, 2018).



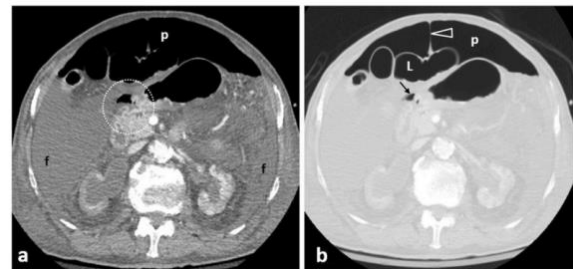
Gambar 4. Neonatus prematur usia 2 hari dengan perut kembung, eritema umbilical. Radiografi foto polos abdomen dengan posisi lateral dekubitus menunjukkan adanya pneumoperitoneum (Chen *et al.*, 2018).

Pemeriksaan Computed Tomography (CTScan)

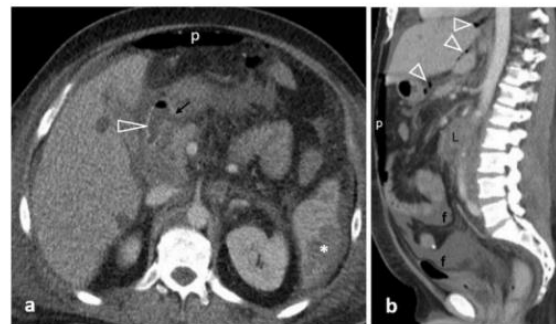
Pasien dengan perforasi gaster pada pemeriksaan CT scan ditemukan memiliki pneumoperitoneum di ruang supramesokolik, gelembung gas bebas di *kantong kecil* menunjukkan perforasi dinding gaster posterior. Sedangkan pada perforasi gastroduodenal intraperitoneal, gelembung gas ditemukan pada ligamentum falciformis dan celah intrahepatik ligamentum teres (Kulinna-Cosentini *et al.*, 2024; Pouli *et al.*, 2020).



Gambar 5. Pasien 79 tahun dengan nyeri perut akut. (a) Jumlah udara bebas yang cukup di anterior hati (panah hitam). (b) Jaringan lunak menunjukkan ulkus gaster yang berlubang (panah putih) di antrum (Kulinna-Cosentini *et al.*, 2024)



Gambar 6. Pasien 92 tahun dengan terapi kortikosteroid jangka panjang. (a) Jaringan lunak (b) gambar aksial *contrast-enhanced* dari paru-paru menunjukkan diskontinuitas mukosa gaster yang mengalami *hyperenhancing*, postero-medial ke gelembung gas ekstraluminal (**area dalam lingkaran**). Cairan bebas (f) dan pneumoperitoneum (p) *outlining air-filled bowel loops* (L) dan ligament falciformis (**mata panah**). Gelembung gas terpisah berbentuk segitiga (**panah**) mengarah ke lokasi perforasi (Pouli *et al.*, 2020).



Gambar 7. Pasien 62 tahun dengan perforasi karsinoma gaster. Gambar potongan (a) aksial dan (b) sagital dengan kontras menunjukkan terjadi peningkatan mukosa antral (**mata panah**) dan diskontinuitas fokal peningkatan mukosa (panah) yang terkait dengan penumpukan lemak, pneumoperitoneum (p), cairan bebas (f), gelembung gas oleh dinding posterior antrum mengalir secara kranial di dalam kantong peritoneum minor (*lesser sac*) (**mata panah**) dan metastasis (*), serta limfadenopati periaorta (L) (Pouli *et al.*, 2020).

Prognosis pasien

Prognosis pasien dengan perforasi gaster adalah kondisi serius yang sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting. Diagnosis dini dan akurat dengan teknik radiologi, terutama Multidetector Computed Tomography (MDCT), sangat penting dalam menentukan hasil akhir pasien (Pouli et al., 2020). Studi menunjukkan bahwa radiologi tidak hanya mengonfirmasi adanya perforasi, tetapi juga memberikan informasi penting yang langsung mempengaruhi keberhasilan penanganan (Romano et al., 2022). MDCT, sebagai pilihan utama pencitraan dengan akurasi mencapai 82% hingga 90%, mampu mendeteksi dan melokalisasi lokasi perforasi dengan cepat (Celik et al., 2022; Pouli et al., 2020). Temuan seperti udara bebas (pneumoperitoneum) di rongga supramesokolik, sekitar hati (perihepatik), dan di sekitar lambung (perigastrik) merupakan indikator kuat perforasi gaster atau duodenum (Celik et al., 2022).

Diagnosa yang cepat memungkinkan intervensi medis atau bedah segera, yang secara signifikan mengurangi morbiditas dan mortalitas. Penundaan diagnosis lebih dari 24 jam dapat meningkatkan risiko kematian secara drastis (Pouli et al., 2020). Selain itu, MDCT membantu mengidentifikasi penyebab perforasi, seperti ulkus peptikum yang prognosinya lebih baik, dan keganasan (kanker) yang prognosinya lebih buruk, serta mengarahkan pilihan terapi terbaik, mulai dari bedah terbuka, laparoskopi, hingga manajemen konservatif pada kasus perforasi yang tertahan (Pouli et al., 2020; Romano et al., 2022).

Faktor utama lain yang mempengaruhi prognosis meliputi kecepatan intervensi, kondisi umum pasien seperti usia dan penyakit penyerta, tingkat kontaminasi peritoneum, serta populasi khusus seperti neonatus, di mana mortalitas sangat tinggi (sekitar 46,2%) dan diperburuk oleh faktor seperti kelahiran prematur dan sepsis (Jain et al., 2023). Meskipun prognosis perforasi gaster bersifat multifaktorial, peran diagnosis radiologi modern sangat penting dalam meningkatkan harapan hidup dengan menyediakan deteksi cepat, lokalisasi tepat, dan panduan terapi yang akurat, sehingga membantu menurunkan angka komplikasi dan kematian (Romano et al., 2022).

Kesimpulan

Perforasi gaster adalah kondisi darurat serius di mana lubang di dinding lambung menyebabkan isi lambung bocor ke rongga perut, menimbulkan peritonitis. Kondisi ini memiliki tingkat morbiditas dan mortalitas tinggi, biasanya disebabkan tukak peptik, trauma, atau keganasan. Gejala utamanya adalah nyeri perut hebat dan perut tegang seperti papan. Diagnosis cepat sangat penting untuk prognosis. Pencitraan radiologis, terutama MDCT, adalah alat utama untuk diagnosis, mampu mendeteksi udara bebas dan menentukan lokasi perforasi. Prognosis tergantung kecepatan diagnosis dan operasi. Penundaan lebih dari 24 jam meningkatkan risiko kematian. Deteksi dini dengan radiologi modern, khususnya MDCT, membantu penatalaksanaan, mengurangi komplikasi, dan meningkatkan peluang hidup pasien.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam penyusunan dan penulisan artikel ini, sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- AL Zoubi, M., El-Matbouly, M. A., Suliman, A. M., & AlBahrani, A. Z. (2022). Atypical cases of gastric perforation due to ischemia: Case series and review of literature. *Journal of Surgery* 7(6). <https://doi.org/10.29011/2575-9760.001499>
- Andrian, A., Ikhsan, R., & Siregar, W. Y. (2022). Laporan kasus: Perforasi gaster. *Averrous: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, 8(1), 81–87. <https://doi.org/10.29103/averrous.v8i1.7051>
- Assefa, G., Makuach, B., Tabor, B. B., & Hailu, S. S. (2025). Spontaneous gastric perforation in a 6-year-old child: A rare case report. *Annals of Medicine & Surgery*, 87 (7), 4672–4675. <https://doi.org/10.1097/ms9.00000000000003443>
- Baca-Arzaga, A. A., Navarro-Chavez, H., Galindo, J., Santibanez-Juarez, J.,

- Cardosa-Gonzalez, C., & Flores-Villalba, E. (2019). Transjejunal laparoscopic assisted ERCP in a patient with Roux-en-Y hepaticojejunostomy. *Medicina (Lithuania)*, 55(8).
<https://doi.org/10.3390/medicina5508048>
- Bini, R., Ronchetta, C., Picotto, S., Scozzari, G., Gupta, S., Frassini, S., & Chiara, O. (2020). Importance of CT scan predicting clinical outcomes in gastrointestinal perforation. *Annals of Translational Medicine*, 8(21), 1421.
<https://doi.org/10.21037/atm-20-2184>
- Celik, H., Kamar, M. A., Altay, C., Basara Akin, I., & Secil, M. (2022). Accuracy of specific free air distributions in predicting the localization of gastrointestinal perforations. *Emergency Radiology*, 29(1), 99–105.
<https://doi.org/10.1007/s10140-021-01990-7>
- Chen, T. Y., Liu, H. K., Yang, M. C., Yang, Y. N., Ko, P. J., Su, Y. T., Huang, R. Y., & Tsai, C. C. (2018). Neonatal gastric perforation: A report of two cases and a systematic review. *Medicine (United States)*, 97(17).
<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010369>
- Del Gaizo, A. J., Lall, C., Allen, B. C., & Leyendecker, J. R. (2014). From esophagus to rectum: A comprehensive review of alimentary tract perforations at computed tomography. *Abdominal Imaging*, 39 (4), 802–823.
<https://doi.org/10.1007/s00261-014-0110-4>
- Drakopoulos, D., Arcon, J., Freitag, P., El-Ashmawy, M., Lourens, S., Beldi, G., Obmann, V. C., Ebner, L., Huber, A. T., & Christe, A. (2021). Correlation of gastrointestinal perforation location and amount of free air and ascites on CT imaging. *Abdominal Radiology*, 46 (10), 4536–4547.
<https://doi.org/10.1007/s00261-021-03128-2>
- Heo, S., Huh, J., Kim, J. K., & Lee, K. M. (2025). Delayed perforation after endoscopic resection of upper gastrointestinal tumors. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 59(6), 542–548.
<https://doi.org/10.1097/MCG.000000000000002037>
- Huang, Y., Lu, Q., Peng, N., Wang, L., Song, Y., Zhong, Q., & Yuan, P. (2021). Risk factors for mortality in neonatal gastric perforation: A retrospective cohort study. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 652139.
<https://doi.org/10.3389/fped.2021.652139>
- Huerta, C. T., & Perez, E. A. (2022). Diagnosis and management of neonatal gastric perforation: A narrative review. *Digestive Medicine Research*, 5, 27.
<https://doi.org/10.21037/dmr-21-105>
- Iacusso, C., Boscarelli, A., Fusaro, F., Bagolan, P., & Morini, F. (2018). Pathogenetic and prognostic factors for neonatal gastric perforation: Personal experience and systematic review of the literature. *Frontiers in Pediatrics*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fped.2018.00061>
- Jain, N., Ratan, S. K., Ch, M., Neogi, S., Kumar, C., & Kumar, P. (2023). Neonatal gastric perforation: Review of 5 years' experience in a tertiary care centre. *Shasanka Shekhar Panda International Journal of Scientific Research Paediatric Surgery*.
<https://doi.org/10.36106/ijrsr>
- Jung, K., Woo, S.-Y., Kim, A. R., & Kim, H. (2023). Upper gastrointestinal tract perforation assessed by contrast-enhanced ultrasonography after oral Sonazoid administration in a stomach leakage mouse model. *Ultrasonography*, 42(2), 297–306.
<https://doi.org/10.14366/usg.22192>
- Kobayashi, T., Tabuchi, S., Koganezawa, I., Nakagawa, M., Yokozuka, K., Ochiai, S., Gunji, T., Ozawa, Y., Sano, T., Tomita, K., Chiba, N., Hidaka, E., & Kawachi, S. (2024). Early identification of patients with potential failure of nonoperative management for gastroduodenal peptic ulcer perforation. *Digestive Surgery*, 41(1), 24–29.
<https://doi.org/10.1159/000535520>
- Koto, K., Asrul, A., & A, M. (2016). Characteristic of gastric perforation type and the histopathology at Haji Adam Malik General Hospital Medan-Indonesia. *Bali Medical Journal*, 5(1), 186.
<https://doi.org/10.15562/bmj.v5i1.325>

- Kulinna-Cosentini, C., Hodge, J. C., & Basalamah, A. (2024). The role of radiology in diagnosing gastrointestinal tract perforation. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 70, 101928. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2024.101928>
- Lanas, A., & Chan, F. K. L. (2017). Peptic ulcer disease. *The Lancet*, 390 (10094), 613–624. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32404-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32404-7)
- Lone, Y. A., Singh, S. K., Naaz, A., Chetan, C., & Kashyap, S. V. (2024). Tiny tummies, big challenges: A case series of neonatal gastric perforations. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.58149>
- Mahadevan, V. (2020). Anatomy of the stomach. *Surgery (Oxford)*, 38(11), 683–686. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2020.08.005>
- Pouli, S., Kozana, A., Papakitsou, I., Daskalogiannaki, M., & Raissaki, M. (2020). Gastrointestinal perforation: Clinical and MDCT clues for identification of etiology. *Insights into Imaging*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-019-0823-6>
- Romano, S., Somma, C., Sciuto, A., Jutidamrongphan, W., Pacella, D., Esposito, F., Puglia, M., Mauriello, C., Khanungwanitkul, K., & Pirozzi, F. (2022). MDCT findings in gastrointestinal perforations and the predictive value according to the site of perforation. *Tomography*, 8(2), 667–687. <https://doi.org/10.3390/tomography8020056>
- Sinnathamby, A., Low, J. M., Dale Lincoln Ser Keng, L., & Yvonne Peng Mei, N. (2021). Watch your numbers! Avoiding gastric perforation from feeding tubes in neonates. *Pediatrics and Neonatology*, 62 (6), 681–682. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2021.06.011>
- Søreide, K. (2016). Current insight into the pathophysiology of gastroduodenal ulcers: Why do only some ulcers perforate? *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 80(6), 1045–1048. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001035>
- Sureka, B., Bansal, K., & Arora, A. (2015). Pneumoperitoneum: What to look for in a radiograph? *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 4 (3), 477. <https://doi.org/10.4103/2249-4863.161369>
- Velde, G., Ismail, W., & Thorsen, K. (2024). Perforated peptic ulcer. *British Journal of Surgery*, 111(9). <https://doi.org/10.1093/bjs/znae224>
- Weledji, E. P. (2020). An overview of gastroduodenal perforation. *Frontiers in Surgery*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.573901>