

## Right Ventricle Dysfunction in COVID-19 Patients Disfungsi Ventrikel Kanan pada Pasien COVID-19

Nikita P. Toding Labi,<sup>1</sup> Agnes L. Panda,<sup>2</sup> Edmond L. Jim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi - RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou, Manado, Indonesia

Email: [nikitapratama99@gmail.com](mailto:nikitapratama99@gmail.com)

Received: January 11, 2022; Accepted: January 25, 2022; Published on line: January 27, 2022

**Abstract:** Coronavirus disease 2019 (COVID-19) has become a global pandemic. Related to its pathomechanisms and complications, COVID-19 is identified as a complex multi-organ disease. Cardiac involvement is reported in COVID-19 patients. One of the cardiovascular complications of COVID-19 is right ventricular dysfunction. This study aimed to provide an overview of right ventricular dysfunction in COVID-19 patients and its association with the patient's clinical outcomes. This was a literature review study conducted by searching and reviewing literatures on online databases as follows: PubMed, ScienceDirect, and ProQuest. There were 14 literatures obtained in this study with a total of 1,435 patients. All articles were observational studies conducted in January-April 2020 across various countries. Samples of patients with right ventricular dysfunction ranged from 3.6 to 41.7% of the total population of each study. Most studies defined right ventricle dysfunction as TAPSE<16-17 mm. Several echocardiography parameters and their threshold values were as follows: RV S' <9,5-10 cm/s; RVFAC <35%; right ventricular free wall strain (RVFWS); and right ventricular global longitudinal strain (RVGLS) according to ASE guidelines. In conclusion, right ventricular dysfunction has a high prevalence and is associated with poor outcomes of COVID-19 patients. Transthoracic echocardiography examination might become a risk stratification modality in hospitalized COVID-19 patients.

**Keywords:** right ventricular dysfunction; coronavirus disease 2019; transthoracic echocardiography

**Abstrak:** *Coronavirus disease 2019* (COVID-19) telah menjadi pandemi global. Terkait dengan patomekanisme dan komplikasinya, COVID-19 dinyatakan sebagai penyakit multi-organ kompleks. Telah dilaporkan adanya keterlibatan jantung pada COVID-19. Salah satu komplikasi kardiovaskular dari COVID-19 ialah disfungsi ventrikel kanan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran disfungsi ventrikel kanan pada pasien COVID-19 dan hubungannya terhadap luaran klinis pasien. Jenis penelitian ialah *literature review*. Melalui penelusuran pada tiga *database* (*PubMed, ScienceDirect, ProQuest*), didapatkan 14 literatur dengan total 1.435 pasien. Semua artikel merupakan studi observasional yang dilakukan pada Januari-April 2020 dan tersebar di berbagai negara. Sampel pasien dengan disfungsi ventrikel kanan tercatat berkisar antara 3,6-41,7% dari total populasi tiap studi. Sebagian besar studi menetapkan definisi disfungsi ventrikel kanan dengan nilai TAPSE<16-17 mm. Beberapa parameter ekokardiografi lain beserta nilai ambang yang digunakan yaitu: RV S' <9,5-10 cm/s; RVFAC <35%; serta *right ventricular free wall strain* (RVFWS) dan *right ventricular global longitudinal strain* (RVGLS) berdasarkan panduan ASE. Simpulan penelitian ini ialah disfungsi ventrikel kanan pada COVID-19 memiliki prevalensi tinggi dan berhubungan dengan luaran pasien yang buruk. Pemeriksaan ekokardiografi transtorakal dapat menjadi modalitas stratifikasi risiko pada pasien COVID-19 yang dirawat inap.

**Kata kunci:** disfungsi ventrikel kanan; *coronavirus disease 2019*; ekokardiografi transtorakal

## PENDAHULUAN

Penyebaran *Coronavirus disease 2019* (COVID-19) yang disebabkan oleh infeksi virus *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2) telah mencapai tingkat pandemi. Sejak Desember 2019 hingga 10 September 2021, lebih dari 223 juta orang telah terinfeksi COVID-19, dan mengakibatkan lebih dari 4,6 juta kematian. Di Indonesia sendiri, kasus COVID-19 per 24 Agustus 2021 mencapai 4 juta dengan lebih dari 128.000 angka kematian.<sup>1</sup> Sekitar 5% merupakan kasus kritis dan mayoritasnya merupakan kasus ringan.<sup>2</sup>

Layaknya *coronavirus* lain, SARS-CoV-2 umumnya menyerang jaringan paru yang dibuktikan dengan pemeriksaan CT toraks pada pasien COVID-19 yang dirawat.<sup>3</sup> Pasien pneumonia COVID-19 berisiko lebih besar untuk jatuh ke dalam gagal napas hipoksik dan sindrom distress pernapasan akut/*acute respiratory distress syndrome* (ARDS), dengan risiko kematian yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pasien pneumonia lainnya.<sup>4,5</sup> Dari sebuah studi besar di awal tahun 2021,<sup>6</sup> 41% pasien COVID-19 yang memerlukan perawatan intensif mengalami ARDS. Dari beberapa studi terbaru, ARDS terkait COVID-19 juga menunjukkan angka kematian yang tinggi (54-85%).<sup>7</sup>

Dari beberapa laporan, komplikasi kardiovaskular terkait COVID-19 mencakup infark miokard dengan ST elevasi,<sup>8</sup> miokarditis, gagal jantung, emboli paru, aritmia, hipertensi pulmonal, dan kematian mendadak.<sup>9</sup> Penggunaan modalitas diagnostik non-invasif telah memiliki tempat tersendiri dalam masa pandemi ini. Perhimpunan Kardiologi Eropa dan Amerika juga telah merekomendasikan penggunaan ekokardiografi transtorakal pada masa pandemi COVID-19.<sup>9</sup>

Ventrikel kanan memiliki peran penting dalam stabilitas hemodinamik, serta merupakan salah satu faktor prognostik morbiditas dan mortalitas pasien dengan penyakit paru. Namun, tidak seperti halnya ventrikel kiri, pemeriksaan ventrikel kanan belum dilakukan secara seragam. Hal ini terkait dengan kurangnya pengenalan akan teknik

pemeriksaan struktur dan fungsi ventrikel kanan.<sup>10</sup>

Sampai saat ini, masih diperlukan informasi mengenai dampak COVID-19 terhadap ventrikel kanan. Studi ekokardiografi terkait disfungsi ventrikel kanan pada pasien COVID-19 menunjukkan peran fungsi ventrikel kanan sebagai parameter stratifikasi risiko yang kuat.<sup>11-13</sup> Oleh karena terbatasnya informasi dan cukup beragamnya temuan disfungsi ventrikel kanan pada pasien COVID-19, dibutuhkan penelitian observasional berskala besar serta uraian-uraian hasil studi yang telah ada. Hal ini mendorong penulis untuk menelusuri kejadian disfungsi ventrikel kanan pada pasien dengan COVID-19.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan sebuah *literature review* yang dilakukan dengan cara identifikasi, evaluasi, dan interpretasi terhadap hasil penelitian dengan topik disfungsi ventrikel kanan pada COVID-19. Pencarian literatur secara sistematis dilakukan pada tiga *database* yaitu *Pubmed*, *ScienceDirect*, dan *ProQuest*. Pencarian literatur dilakukan dengan kata kunci dan operator *boolean*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian yaitu: “*Right Ventricular Dysfunction*” OR “*RV Dysfunction*” AND “*Coronavirus Disease 2019*” OR “*COVID-19*” AND “*Echocardiography*”. Kriteria literatur yang ditinjau ialah literatur dari jurnal ilmiah yang dapat diakses penuh dan menggunakan bahasa Inggris. Tipe literatur yaitu artikel penelitian dengan desain observasional yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2019-2021.

## HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan pencarian dan evaluasi literatur, didapatkan 14 artikel dengan total 1.435 sampel pasien. Semua artikel tersebut merupakan studi observasional, mencakup 10 studi retrospektif, tiga studi prospektif, dan satu studi prospektif-retrospektif yang dilakukan pada periode Januari-April 2020. Lokasi tiap studi tersebar di berbagai negara; tiga studi berlokasi di Tiongkok, tiga studi di Britania Raya, dua studi di Amerika Serikat, dua studi di Turki,

dua studi di Jerman, serta dua studi lainnya masing-masing berlokasi di Italia dan Korea Selatan. Sebagian besar populasi sampel studi didominasi oleh laki-laki dan rerata usia berkisar antara 48 hingga 83 tahun. Hipertensi tercatat sebagai penyakit komorbid yang paling umum pada setiap studi, diikuti oleh diabetes melitus dan penyakit jantung koroner.

Parameter ekokardiografi fungsi ventrikel kanan dilampirkan pada semua studi. Sebagian besar studi menetapkan definisi disfungsi ventrikel kanan dengan nilai TAPSE <16-17 mm. Beberapa parameter ekokardiografi lain beserta nilai ambang yang digunakan yaitu: RV S' <9,5-10 cm/s; RVFAC <35%; serta *right ventricular free wall strain* (RVFWS) dan *right ventricular global longitudinal strain* (RVGLS) berdasarkan panduan ASE. Sampel pasien dengan disfungsi ventrikel kanan tercatat berkisar antara 3,6-41,7% dari total populasi tiap studi.

Mortalitas, admisi ICU, serta penggunaan ventilasi mekanik dan *extracorporeal membrane oxygenation* (ECMO) dinilai sebagai luaran pada sembilan studi dengan total 1.146 sampel pasien. Studi lainnya menetapkan keparahan penyakit sebagai luaran studi. Nilai parameter ekokardiografi fungsi ventrikel kanan dikelompokkan berdasarkan grup spesifik pada tiap studi. Terdapat lima studi yang mengelompokkan nilai parameter ekokardiografi ventrikel kanan berdasarkan kesintasan; dua studi di dalamnya juga mengelompokkan pasien berdasarkan admisi ICU serta penggunaan ventilasi mekanik dan ECMO. Pada kajian ini juga terdapat tiga studi yang mengelompokkan berdasarkan keparahan penyakit. Studi lainnya membagi grup berdasarkan diagnosis disfungsi ventrikel kanan dan ras pasien. Ringkasan karakteristik dasar serta parameter fungsi ventrikel kanan dan luaran untuk tiap studi terlampir pada Tabel 1 (halaman 29) dan Tabel 2 (halaman 30-32).

## BAHASAN

Keterlibatan jantung pada kasus COVID-19 telah dikenal secara luas. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, bahwa

beberapa studi melaporkan kejadian abnormalitas ventrikel kanan yang lebih umum dibandingkan dengan ventrikel kiri. Sebagai gambaran, sebuah studi oleh Liu et al<sup>12</sup> dari Wuhan, Tiongkok, pada awal tahun 2020 menunjukkan penurunan nilai RVFWS pada 55,8% pasien, sedangkan kejadian penurunan *left ventricular global longitudinal strain* (LVGLS) ditemukan lebih rendah, yaitu pada 34,9% pasien. Studi ini juga melaporkan lebih banyak pasien dengan nilai TAPSE <17 mm dibandingkan pasien dengan penurunan ejeksi fraksi ventrikel kiri. Studi lain yang bertempat di Tel-Aviv, Israel, melaporkan sebanyak 39% dari pasien COVID-19 yang dirawat inap mengalami disfungsi atau dilatasi RV, sedangkan hanya 10% pasien mengalami disfungsi sistolik ventrikel kiri dan 16% pasien mengalami disfungsi diastolik ventrikel kiri.<sup>13</sup> Hal ini juga didukung oleh temuan menarik dari studi Moody et al,<sup>11</sup> yaitu hanya terdapat 1% dari total populasi pasien COVID-19 rawat inap yang mengalami dilatasi ventrikel kiri.

Studi oleh Kim et al<sup>18</sup> dan Pagnesi et al<sup>23</sup> membagi penilaian parameter ekokardiografi fungsi ventrikel kanan ke dalam dua grup, yaitu pasien dengan dan tanpa disfungsi ventrikel kanan. Dari studi ini ditemukan perbedaan pada rerata nilai TAPSE dan RV S' pada kedua grup, dimana rerata nilai TAPSE dan RV S' secara bermakna lebih rendah pada grup dengan disfungsi ventrikel kanan dibandingkan dengan grup tanpa disfungsi ventrikel kanan. Studi serupa oleh Mahmoud-Elsayed et al<sup>22</sup> menunjukkan perbedaan bermakna pada nilai median RVFAC grup dengan disfungsi ventrikel kanan dan grup tanpa disfungsi ventrikel kanan, namun tidak terdapat perbedaan bermakna untuk nilai rerata TAPSE dari kedua grup.

Terdapat tiga studi yang secara spesifik membandingkan nilai parameter fungsi ventrikel kanan pada grup penyintas dan non-penyintas, dan dilaporkan hasil yang beragam untuk tiap studi ini. Hasil studi dari Li et al<sup>21</sup> menunjukkan nilai TAPSE, RVFAC, dan RVGLS lebih rendah secara bermakna pada grup non-penyintas diban-

dingkan dengan grup penyintas, namun tidak terdapat perbedaan bermakna pada nilai RV S' kedua grup. Hasil berbeda ditemukan pada kedua studi lainnya. Liu et al<sup>12</sup> melaporkan adanya perbedaan bermakna pada kedua grup untuk kedua nilai TAPSE dan RV S', sedangkan Rath et al<sup>24</sup> membuktikan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna untuk nilai TAPSE pada kedua grup. Tidak didapatkan adanya perbedaan bermakna dari nilai RVFAC pada kedua grup di kedua penelitian ini.<sup>12,24</sup>

Kajian ini juga menganalisis studi yang membandingkan parameter fungsi ventrikel kanan berdasarkan tingkat keparahan penyakit. Namun, kriteria keparahan penyakit untuk tiap studi dinilai menggunakan kriteria berbeda. Kim et al<sup>19</sup> menggunakan kriteria keparahan penyakit berdasarkan panduan Diagnosis dan Tatalaksana *Community-acquired Pneumonia* oleh *American Thoracic Society* dan *Infectious Diseases Society of America* (ATS/IDSA). Barman et al,<sup>14</sup> pada studinya, menganut kriteria keparahan penyakit berdasarkan *World Health Organization* (WHO) sedangkan Deng et al<sup>16</sup> menetapkan kriteria keparahan penyakit berdasarkan pertimbangan klinis (ringan, sedang, berat). Hal ini pula yang dapat menjelaskan perbedaan hasil ketiga penelitian ini terkait parameter fungsi ventrikel kanan.

Perbedaan nilai parameter ekokardiografi ventrikel kanan secara langsung digambarkan pada penelitian Günay et al,<sup>17</sup> dimana nilai TAPSE, RVFAC, RVGLS, dan RVFWS dilaporkan secara bermakna lebih rendah pada grup pasien dengan COVID-19 sedang-berat dibandingkan dengan grup pasien sehat (kontrol).<sup>11</sup> Sebuah penelitian menarik oleh Bleakley et al<sup>15</sup> melaporkan bahwa RVFAC secara independen berkorelasi dengan biomarka dan parameter klinis lain. Studi ini menambahkan informasi terkait beragamnya temuan klinis pada pasien COVID-19.

Walaupun mekanisme yang mendasari belum sepenuhnya dapat dipastikan, disfungsi ventrikel kanan umumnya terkait dengan luaran klinis yang buruk pada kasus COVID-19. Kajian ini secara kualitatif menunjukkan perbedaan bermakna para-

meter fungsi ventrikel kanan pada pasien dengan luaran klinis buruk. Salah satu studi menilai parameter ekokardiografi ventrikel kanan sebagai sarana stratifikasi risiko yang lebih baik dibandingkan dengan faktor risiko konvensional lain. Disfungsi ventrikel kanan dan dilatasi ventrikel kanan dilaporkan lebih baik dalam prediksi mortalitas dibandingkan dengan faktor risiko lainnya, termasuk parameter ekokardiografi ventrikel kiri (HR=2,57, 95%CI 1.49-4.43; p=0,001; dan HR= 2,93 1,43, 95%CI: 1.05-1.96; p=0.02).<sup>18</sup>

Disfungsi ventrikel kanan dapat dievaluasi dengan mudah melalui pemeriksaan ekokardiografi transtorakal secara *bedside*. Parameter-parameter ekokardiografi fungsi ventrikel kanan dapat dikembangkan menjadi modalitas stratifikasi risiko pasien COVID-19, karena parameter ini terbukti lebih baik sebagai prediktor mortalitas dibandingkan dengan faktor risiko konvensional lain.<sup>11,18</sup>

Kajian ini memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar dari studi dalam kajian ini merupakan studi observasional retrospektif dengan ukuran sampel yang relatif kecil. Oleh karena itu studi-studi tersebut rentan terhadap pengaruh variabel perancu. Definisi dari disfungsi ventrikel kanan yang beragam menjadi keterbatasan. Kajian ini juga tidak mengevaluasi riwayat disfungsi ventrikel kanan sebelumnya pada pasien. Parameter lain yang tidak dianalisis dalam tinjauan ini, seperti parameter ekokardiografi struktural dari ventrikel kanan, yang dapat merefleksikan perjalanan disfungsi ventrikel kanan dan menyediakan informasi tambahan terkait mekanisme disfungsi ventrikel kanan pada COVID-19.

## SIMPULAN

Pada pasien COVID-19, disfungsi ventrikel kanan memiliki prevalensi tinggi dan berhubungan dengan luaran mortalitas, keparahan penyakit, admisi ICU, dan penggunaan ventilasi mekanik. Pemeriksaan ekokardiografi transtorakal untuk menilai parameter fungsi ventrikel kanan dapat menjadi modalitas stratifikasi risiko pada pasien COVID-19 yang dirawat inap, dan

secara *bedside* untuk menilai parameter fungsi ventrikel kanan dapat diterapkan sebagai modalitas stratifikasi risiko pada pasien COVID-19 yang dirawat inap.

Studi observasional berskala besar perlu dilakukan untuk menyediakan informasi serta bukti yang kuat terkait disfungsi ventrikel kanan sebagai modalitas stratifikasi risiko pasien COVID-19 yang dirawat inap, sekaligus sebagai bahan evaluasi terkait mekanisme yang mendasari disfungsi ventrikel kanan pada COVID-19.

### Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

### DAFTAR PUSTAKA

1. WHO COVID-19 Dashboard. Geneva: World Health Organization, 2020. Available online: <https://covid19.who.int/> (last cited: [2021 Agt 24])
2. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA*. 2020;323(13):1239-42.
3. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497-506.
4. Lentz S, Roginski MA, Montrieff T, Ramzy M, Gottlieb M, Long B. Initial emergency department mechanical ventilation strategies for COVID-19 hypoxemic respiratory failure and ARDS. *Am J Emerg Med*. 2020;38(10):2194-202.
5. Shah SJ, Barisha PN, Prasada PA, Kistler A, Neff N, Kamm J, et al. Clinical features, diagnostics, and outcomes of patients presenting with acute respiratory illness: A retrospective cohort study of patients with and without COVID-19. *E Clin Med*. 2020;100518.
6. Donnelly JP, Wang XQ, Iwashyna TJ, Prescott HC. Readmission and death after initial hospital discharge among patients with COVID-19 in a large multihospital system. *JAMA*. 2021;325(3):304-6.
7. Giustino G, Croft LB, Stefanini GG, Bragato R, Silbiger JJ, Vicenzi M, et al. Characterization of myocardial injury in patients with COVID-19. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(18):2043-55.
8. Bangalore S, Yatskar L, Harari R, Shah B, Ibrahim H, Friedman GH, et al. ST-segment elevation in patients with COVID-19: a case series. *N Eng J Med*. 2020;382(25): 2478-80.
9. European Society of Cardiology. ESC guidance for the diagnosis and management of CV disease during the COVID-19 pandemic. 2020. Available from: <https://www.escardio.org/static-file/Escardio/Education-General/Topic%20pages/Covid-19/ESC%20Guidance%20Document/ESC-Guidance-COVID-19-Pandemic.pdf>
10. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A report from the American Society of Echocardiography. Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echo*. 2010;23(7):685-713.
11. Moody WE, Mahmoud-Elsayed HM, Senior J, Gul U, Khan-Kheil AM, Horne S, et al. Impact of right ventricular dysfunction on mortality in patients hospitalized with COVID-19 according to Race. *CJC Open*. 2020;3(1):91-100.
12. Liu Y, Xie J, Gao P, Tian R, Qian H, Guo F, et al. Swollen heart in COVID-19 patients who progress to critical illness: a perspective from echo-cardiologists. *ESC Heart Failure*. 2020;7(6):3621-32.
13. Szekely Y, Lichter Y, Taieb P, Banai A, Hochstadt A, Merdler I, et al. Spectrum of cardiac manifestations in COVID-19: A systematic echocardiographic study. *Circulation*. 2020;142(4):342-53.
14. Barman HA, Atici A, Tekin EA, Baycan OF, Alici G, Meric BK, et al. Echocardiographic features of patients with COVID-19 infection: a cross-sectional study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2020; 37:825-34.
15. Bleakley C, Singh S, Garfield B, Morosin M, Surkova E, Sundhiya M, et al. Right ventricular dysfunction in critically ill COVID-19 ARDS. *Int J Cardiol*. 2021;

- 327:251-8.
16. Deng Q, Hu B, Zhang Y, Wang H, Zhou X, Hu W, et al. Suspected myocardial injury in patients with COVID-19: Evidence from front-line clinical observation in Wuhan, China. *Int J Cardiol.* 2020; 311:116-21.
  17. Günay N, Demiröz Ö, Kahyaoğlu M, Başlılar Ş, Aydın M, Özer MÇ, et al. The effect of moderate and severe COVID-19 pneumonia on short-term right ventricular functions: a prospective observational single pandemic center analysis. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2021;37: 1883-90.
  18. Kim J, Volodarskiy A, Sultana R, Pollie MP, Yum B, Nambiar L, et al. Prognostic utility of right ventricular remodeling over conventional risk stratification in patients with COVID-19. *J Am Coll Cardiol.* 2020; 76(17):1965-77.
  19. Kim M, Nam JH, Son JW, Kim SO, Son NH, Ahn CM, et al. Cardiac manifestations of coronavirus disease 2019 (COVID-19): a multicenter cohort study. *J Korean Med Sci.* 2020;35(40):e366.
  20. Krishnamoorthy P, Croft LB, Ro R, Anastasius M, Zhao W, Giustino G, et al. Biventricular strain by speckle tracking echocardiography in COVID-19: findings and possible prognostic implications. *Future Cardiol.* 2021;17(4):663-7.
  21. Li Y, Li H, Zhu S, Xie Y, Wang B, He L, et al. Prognostic value of right ventricular longitudinal strain in patients with COVID-19. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020;13(11):2287-99.
  22. Mahmoud-Elsayed HM, Moody WE, Bradlow WM, Khan-Kheil AM, Senior J, Hudsmith LE, et al. Echocardiographic findings in patients with COVID-19 pneumonia. *Can J Cardiol.* 2020;36: 1203-7.
  23. Pagnesi M, Baldetti L, Beneduce A, Calvo F, Gramegna M, Pazzanese V, et al. Integrated clinical role of echocardiography in patients with COVID-19. *Heart.* 2020;106(23):1864-5.
  24. Rath D, Petersen-Uribe Á, Avdiu A, Witzel K, Jaeger P, Zdanyte M, et al. Impaired cardiac function is associated with mortality in patients with acute COVID-19 infection. *Clin Res Cardiol.* 2020; 109:1491-9.
  25. Stöbe S, Richter S, Seige M, Stehr S, Laufs U, Hagedorff A. Echocardiographic characteristics of patients with SARS-CoV-2 infection. *Clin Res Cardiol.* 2020; 109:1549-66.

**Tabel 1.** Karakteristik dasar dari studi yang diinklusi

Penulis, Tahun Penerbitan	Desain Studi	Lokasi	Periode	Sampel (n)	Pria (%)	Usia (tahun)	PKV (%)	DM (%)	PGK (%)	PPOK (%)
Barman et al, 2020 <sup>14</sup>	Observasional retrospektif	Istanbul, Turki	Mar-Apr 2020	90	51,1	56,35±19,91	HT: 35,6	15,6	n/a	n/a
Bleakley et al, 2021 <sup>15</sup>	Observasional retrospektif	London, Britania Raya	Mar-Apr 2020	90	74,4	52±10,8	HT: 36,7	22,2	2,2	1,1
Deng et al, 2020 <sup>16</sup>	Observasional retrospektif	Wuhan, Tiongkok	Jan-Feb 2020	112	57	61,6±16,37	PJK: 15; FA: 4	19	n/a	4
Günay et al, 2021 <sup>17</sup>	Observasional prospektif	Istanbul, Turki	Mei-Juli 2020	51	77	45,3±11,2	n/a	n/a	n/a	n/a
Kim J et al, 2020 <sup>18</sup>	Observasional retrospektif	New York, AS	Mar-Mei 2020	268	66	66±14,13	PJK: 20; HT: 63	41	n/a	6
Kim M et al, 2020 <sup>19</sup>	Observasional prospektif-retrospektif	Multisenter, Korea Selatan	Feb-Apr 2020	40	50	57,55±15,88	HT: 37,5	17,5	2,5	2,5
Krishnamoorthy et al, 2020 <sup>20</sup>	Observasional retrospektif	New York, AS	n/a	12	41,7	48,67±25,99	PJK: 16,7; HT: 58,3	33,3	16,7	8,3
Li et al, 2020 <sup>21</sup>	Observasional prospektif	Tongji, Tiongkok	Feb-Mar 2020	150	48	61±14	PJK: 9,2; HT: 40	11,7	14,2	5
Liu et al, 2020 <sup>12</sup>	Observasional retrospektif	Peking, Tiongkok	Jan-Apr 2020	43	51,2	64,5±10	PJK:11.63; GJ: 7; HT: 44,2	27,9	n/a	n/a
Mahmoud-Elsayed et al, 2020 <sup>22</sup>	Observasional retrospektif	Birmingham, Britania Raya	Mar-Apr 2020	74	78	59±13	PJK: 9; HT: 42	36	11	14
Moody et al, 2020 <sup>11</sup>	Observasional retrospektif	Birmingham, Britania Raya	Mar-May	164	78	61±13	PJK: 13; HT: 41	32	12	12
Pagnesi et al, 2020 <sup>23</sup>	Observasional retrospektif	Milan, Italia	Mar-Apr 2020	200	65,5	63,67±14,19	PJK: 8,5; GJ: 3,5; HT: 42	18,5	7,5	5,5
Rath et al, 2020 <sup>24</sup>	Observasional prospektif	Tübingen, Jerman	Feb-Mar 2020	123	62,6	68±15	PJK:22.8; GJ:22.8; HT: 69,9	24,4	11,4	n/a
Stöbe et al, 2020 <sup>25</sup>	Observasional retrospektif	Leipzig, Jerman	Apr 2020	18	78	64±19,1	PJK: 11; FA: 22; HT: 72	28	39	5

PKV: Penyakit kardiovaskular; DM: Diabetes melitus; PGK: Penyakit ginjal kronik; PPOK: Penyakit paru obstruktif kronik; HT: Hipertensi; PJK: Penyakit jantung koroner; FA: Fibrilasi atrium; GJ: Gagal jantung; n/a: not available.

**Tabel 1.** Parameter fungsi ventrikel kanan dan luaran dari tiap studi

Penulis, Tahun Penerbitan	Definisi RVD	Sampel dengan RVD (%)	Luaran	TAPSE (mm)	RVFAC (%)	RV S' (cm/s)	RVGLS (%)	RVFWS (%)
Barman et al, 2020 <sup>14</sup>	TAPSE <16 mm	16,7	Keparahan penyakit	Gabungan: 20,71±3,98 Berat: 20,1±4,3 Non-berat: 21,4±3,6 (p=0,126)	Gabungan: 43,5±4,75 Berat: 41,4±4,1 Non-berat: 45,5±4,5 (p<0,001)	Gabungan: 13,46±3,0 Berat: 13,1±3,0 Non-berat: 13,8±3,0 (p=0,324)	n/a	n/a
Bleakley et al, 2021 <sup>15</sup>	n/a	n/a	n/a	20,0±4,8	28,9±10,6	13,5±3,8	n/a	24,1±6,9
Deng et al, 2020 <sup>16</sup>	TAPSE <16 mm	3,6	Mortalitas, admisi ICU, penggunaan ventilasi mekanik atau ECMO	Gabungan: 20,0±2,3 Mortalitas, admisi ICU, ventilasi mekanik, ECMO (+): 19,2±2,6 Mortalitas, admisi ICU, ventilasi mekanik, ECMO (-): 20,3±2,2 (p=0,03)	n/a	n/a	n/a	n/a
Günay et al, 2021 <sup>17</sup>	n/a	n/a	n/a	Sedang-berat: 22,4±0,26 Kontrol: 25,0±0,44 (p=0,006)	Sedang-berat: 43,4±7,8 Kontrol: 51,5±6,2 (p<0,001)	n/a	Sedang-berat: 16 (12,7-19) Kontrol: 21,6 (17-25,3) (p<0,001)	Sedang-berat: 15,7 (12,6-18,7) Kontrol: 18,1 (14,8-21) (p=0,011)
Kim J et al, 2020 <sup>18</sup>	TAPSE <16 mm dan RV S' <10 cm/s	15,3	Mortalitas, admisi ICU	Gabungan: 1,9±0,5 RVD (+): 1,3±0,2 RVD (-): 2,0±0,5 (p<0,001)	n/a	Gabungan: 1,9±0,5 RVD (+): 1,3±0,2 RVD (-): 2,0±0,5 (p<0,001)	n/a	n/a



Kim M et al, 2020 <sup>19</sup>	n/a	n/a	Keparahan penyakit	n/a	Gabungan: 47,3±6,67 Berat: 46,33±7,48 Non-berat: 47,77±6,34 (p=0,588)	n/a	Gabungan: 23,07±3,75 Berat: 20,53±4,57 Non-berat: -24,3±2,66 (p=0,06)	n/a
Krishnamoorthy et al, 2020 <sup>20</sup>	RVLS, RVFS (panduan ASE)	41,7	Mortalitas, penggunaan ventilasi mekanik	n/a	n/a	n/a	Gabungan: 16,1±7,2 Mortalitas dan intubasi (+): 10,2±3,7 Mortalitas dan intubasi (-): 20,3±6,1 (p=0,007)	Gabungan: 16,6±8,2 Mortalitas dan intubasi (+): 9,8±3,8 Intubasi dan kematian (-): 21,5±6,9 (p=0,007)
Li et al, 2020 <sup>21</sup>	RVFWS <20.5%	33,3	Mortalitas, admisi ICU, penggunaan ventilasi mekanik	Gabungan: 22,9±3,6 Non-penyintas: 21,0±3,3 Penyintas: 23,2±3,5 (p=0,016)	Gabungan: 45.8±6.1 Non-penyintas: 41,6±6,5 Penyintas: 46,5±5,7 (p=0,002)	Gabungan: 13,6±2,4 Non-penyintas: 12,9±1,9 Penyintas: 13,7±2,5 (p=0,223)	Gabungan: 23,5±4,7 Non-penyintas: 18,5±3,1 Penyintas: 24,4±4,4 (p<0,001)	n/a
Liu et al, 2020 <sup>12</sup>	TAPSE <17 mm	30,2	Mortalitas	Gabungan: 19,0±3,7 Non-penyintas: 16,3±2,2 Penyintas: 21,8±2,9 (p<0.001)	Gabungan: 47,2±10,9 Non-penyintas: 44,8±10,9 Penyintas: 49,3±10,7 (p=0.19)	Gabungan: 11,5±4,5 Non-penyintas: 8,8±0,04 Penyintas: 14,6±2,8 (p<0,001)	n/a	n/a
Mahmoud-Elsayed et al, 2020 <sup>22</sup>	TAPSE <17 mm atau RVFAC <35%	27	Mortalitas, penggunaan ventilasi mekanik	Gabungan: 23±5 RVD (+): 21±6 RVD (-): 23±4 (p=0,17)	Gabungan: 40 (34-45) RVD (+): 30 (30-34) RVD (-): 40 (37-50) (p<0,001)	n/a	n/a	n/a
Moody et al, 2020 <sup>11</sup>	TAPSE <17	35,4	Mortalitas,	Gabungan:	Gabungan:	n/a	n/a	n/a

	mm atau RVFAC <35%		penggunaan ventilasi mekanik	20±5 Kulit putih: 21±5 Kulit hitam, asia, dan etnis minoritas: 20±5 (p=0,55)	40±11 Kulit putih: 40±8 Kulit hitam, asia, dan etnis minoritas: 39±12 (p=0,19)			
Pagnesi et al, 2020 <sup>23</sup>	TAPSE <17 mm atau RV S' <9.5 cm/s	14,5	Mortalitas, admisi ICU, penggunaan ventilasi mekanik	Gabungan: 22 (20-25) RVD (+): 16 (15-19) RVD (-): 23 (20-25) (p<0,001)	n/a	Gabungan: 13 (11-15) RVD (+): 9 (8-9) RVD (-): 14 (12-15) (p<0,001)	n/a	n/a
Rath et al, 2020 <sup>24</sup>	TAPSE <20 mm	6,5	Mortalitas	Gabungan: 22±5 Non-penyintas: 21±6 Penyintas: 23±5 (p=0,397)	Gabungan: 37±89 Non-penyintas: 30±10 Penyintas: 38±8,5 (p=0,08)	n/a	n/a	n/a
Stöbe et al, 2020 <sup>25</sup>	n/a	n/a	Keparahan penyakit	Gabungan: 22±3,2 Berat: 22±3,5 Ringan: 22±2,4 (p=0,89)	n/a	n/a	Gabungan: 26,9±5,8 Berat: 26,6±5,9 Ringan: 27,5±6,1 (p=0,76)	n/a

RVD: *Right ventricular dysfunction*; TAPSE: *Tricuspid annular plane systolic excursion*; RVFAC: *Right ventricular fractional area changes*; RV S': *Kecepatan anulus trikuspid lateral dengan tissue Doppler*; RVGLS: *Right ventricular global longitudinal strain*; RVFWS: *Right ventricular free wall strain*; ICU: *Intensive care unit*; ECMO: *Extracorporeal membrane oxygenation*; n/a: *not available*.