

Hubungan Jumlah Leukosit dan *Red-Cell Distribution Width* (RDW) terhadap Tingkat Keparahan Pneumonia Pada Balita

Renita Indrawati¹, Wahid Syamsul Hadi², Isnin Aulia Ulfah Mu'awanah³

^{1,2,3} Teknologi Laboratorium Medis, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

e-mail: renitaindrawati24@gmail.com

Abstrak

Pneumonia adalah istilah yang mencakup setiap radang paru dimana alveloli terisi dengan cairan dan sel darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan jumlah leukosit dan RDW terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita. Penelitian ini merupakan deskriptif analitik, dengan pendekatan *cross-sectional*, menggunakan 66 sampel data rekam medis serta hasil pemeriksaan laboratorium dari RS PKU Muhammadiyah Kota Yogyakarta tahun 2023. Hasil uji *chi-square* didapatkan 0,002 untuk jumlah leukosit serta 0,001 untuk nilai *red-cell distribution width* menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna, dan untuk uji *phi* didapatkan 0,416 untuk jumlah leukosit serta 0,456 untuk nilai *red-cell distribution width* menunjukkan terdapat korelasi yang cukup kuat. Disimpulkan bahwa terdapat peningkatan jumlah leukosit dan peningkatan nilai RDW terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita yang dirawat di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta tahun 2023.

Kata kunci: Jumlah Leukosit, Pneumonia, Red-Cell Distribution Width

Abstract

Pneumonia is a term that covers any lung inflammation where the alveoli are filled with fluid and blood cells. This study aims to determine the relationship between the number of leukocytes and RDW to the severity of pneumonia in toddlers. This study is a descriptive analytical study, with a cross-sectional approach, using 66 samples of medical record data and laboratory examination results from the PKU Muhammadiyah Hospital, Yogyakarta City in 2023. The results of the chi-square test showed 0.002 for the number of leukocytes and 0.001 for the red-cell distribution width value indicating a significant relationship, and for the phi test obtained 0.416 for the number of leukocytes and 0.456 for the red-cell distribution width value indicating a fairly strong correlation. It is concluded that there is an increase in the number of leukocytes and an increase in the RDW value to the severity of pneumonia in toddlers treated at the PKU Muhammadiyah Hospital, Yogyakarta in 2023.

Keywords : Number of Leukocyte, Pneumonia, Red-Cell Distribution Width

PENDAHULUAN

Pneumonia ialah penyakit infeksi utama yang penyebab kematian pada anak balita diseluruh Dunia. Pneumonia dijuluki "*The Leading Killer of Children Worldwide*" oleh WHO. Pneumonia adalah istilah yang mencakup setiap radang paru dimana alveloli terisi dengan cairan dan sel darah (Prmono *et al.*, 2019). Pneumonia menjadi penyebab kematian balita terbesar ke-2 setelah diare di Indonesia. Menurut (WHO, 2020) pneumonia menyumbang 14% dari seluruh kematian anak kurang dari usia lima tahun dan menyebabkan kematian 740,180 anak balita pada tahun 2019. Kejadian pneumonia lebih sering terjadi di negara berkembang setidaknya sekitar 450 juta orang akan terinfeksi pneumonia disetiap tahunnya. Pneumonia menjadi penyebab kematian balita terbesar ke-2 setelah diare di Indonesia. Berdasarkan data Rikesdas tahun 2018 menunjukkan insidensi pneumonia pada balita di Indonesia sebesar 4,0%. Selain itu berdasarkan data profil Kesehatan Indonesia tahun 2021 CFR pneumonia pada balita sebesar 9,4% (Kemenkes RI, 2022).

Berdasarkan data Rikesdas tahun 2018, insidensi pneumonia pada balita di Indonesia sebesar 4,0%. Selain itu, berdasarkan Data Profil Kesehatan Indonesia tahun 2021, *case fatality rate* pneumonia pada balita sebesar 9,4% (Kemenkes RI, 2022). Dalam Data Profil Kesehatan Kota Yogyakarta tahun 2021, terdapat 183 kasus pneumonia pada balita, dengan 72 kasus pada balita perempuan (39 %) dan 111 kasus pada balita laki-laki.

Pada balita, pneumonia diklasifikasikan menjadi dua jenis: "pneumonia" ditandai dengan pernapasan cepat dan retraksi dada (lebih dari 50 kali per menit pada usia 2-11 bulan dan lebih dari 40 kali per menit pada usia 1-5 tahun); "pneumonia berat" ditandai dengan batuk, kesulitan bernapas dengan saturasi oksigen di bawah 90%, cyanosis sentral, retraksi dada yang sangat dalam, kejang, dan malnutrisi yang parah (WHO, 2014). Beberapa faktor dapat menentukan intensitas pneumonia; termasuk penurunan rasio PaO₂/FiO₂ dan tekanan darah sistolik; retraksi dada; infiltrasi nonlobar dan multilobar; peningkatan denyut nadi dan laju pernapasan; dan variasi dalam kadar inflamasi. Faktor-faktor ini dapat menentukan kemungkinan pneumonia berat terjadi (Williams et al., 2016).

Menurut "*The Pediatric Infectious Diseases Society (PIDS/Infectious Diseases Society of America (IDSA)*," pasien yang menderita pneumonia berat disarankan untuk menjalani "pemeriksaan darah" lengkap (Dean & Florin, 2018). Studi (Wasita et al., 2019) menemukan bahwa kadar leukosit dan neutrofil pada pneumonia tidak normal. Studi lain (Hidayani et al., 2016) menemukan bahwa anak balita dengan pneumonia memiliki lebih banyak leukosit. Namun, studi lain (Pramana & Subanada, 2015) menemukan bahwa ada korelasi antara jumlah leukosit dan tingkat derajat pneumonia pada balita.

Studi sebelumnya (Pramana & Subanada, 2015) menemukan bahwa tidak ada korelasi antara eosinofil dan keparahan pneumonia. Salah satu indikator yang menunjukkan tingkat anisositosis dan polikositosis sel darah merah adalah Ketebalan Distribusi Sel Darah Merah (RDW). RDW dikatakan akan meningkat pada kondisi infeksi atau inflamasi dimana akan terjadi detruksi sel darah (Kristianto et al., 2018). Meningkatnya insidensi dan kematian balita di dunia akibat pneumonia, serta minimnya informasi akan biomarker pemeriksaan laboratorium tentang pneumonia pada balita, menjadi alasan bagi penulis untuk meneliti "Hubungan Jumlah Leukosit dan *Red-Cell Distribution Width* (RDW) Terhadap Tingkat Keparahan Pneumonia Pada Balita".

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif analitik dengan pendekatan potong lintang, penelitian ini menggunakan data rekam medis serta hasil pemeriksaan laboratorium berupa hasil pemeriksaan jumlah leukosit dan hasil pemeriksaan *red-cell distribution width* (RDW) dari RS PKU Muhammadiyah Kota Yogyakarta tahun 2023 dengan sampel sebanyak 66 sampel dari 194 populasi. Jumlah sampel ini ditentukan dengan rumus Slovin 10%. Sampel dikumpulkan menggunakan teknik *Purposive* sampling.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. 1 *Chisquare* Jumlah Leukosit Terhadap Tingkat Keparahan Pneumonia Pada Balita

| Leukosit | Pneumonia | | | | Jumlah | <i>Asymp-Sig</i> | <i>OR</i> |
|----------|-----------------|------|-----------------|------|--------|------------------|-----------|
| | Batuk Pneumonia | | Pneumonia Berat | | | | |
| | f | % | f | % | | | |
| Normal | 11 | 64,7 | 6 | 35,3 | 17 | 100.0 | 0,002 |
| Abnormal | 10 | 20,4 | 39 | 79,6 | 49 | 100.0 | |

Berdasarkan gambar 2.1 menunjukkan bahwa 39 sampel (79,6%) dari jumlah leukosit abnormal adalah pneumonia berat, dan 11 sampel (64,7%) dari jumlah leukosit normal adalah batuk dengan pneumonia. Hasil uji *chi-square* didapatkan nilai *asymp-sig* 0,002, nilai *asymp-sig* < 0,005 maka H₀ ditolak dan H_a di terima, artinya terdapat hubungan yang bermakna antara jumlah leukosit terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita. Nilai *Odds Ratio* = 7,150 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah leukosit 7,150 kali menunjukkan peradangan pneumonia berat terhadap balita.

Tabel 2 Chisquare Nilai Red-Cell Distribution Width Terhadap Tingkat Keparahan Pneumonia Pada Balita

| Red-cell distribution width | Pneumonia | | | | Jumlah | | Asymp-Sig | OR |
|-----------------------------|-----------------|------|-----------------|------|--------|-------|-----------|-------|
| | Batuk Pneumonia | | Pneumonia Berat | | | | | |
| | f | % | f | % | f | % | | |
| Normal | 14 | 60,9 | 9 | 39,1 | 23 | 100.0 | 0,001 | 8,000 |
| Abnormal | 7 | 13,7 | 36 | 54,5 | 43 | 100.0 | | |

Berdasarkan gambar 2.2 menunjukkan bahwa 36 sampel (54,5%) dari nilai RDW abnormal mayoritas merupakan pneumonia berat, dan 14 sampel (60,9%) dari nilai RDW normal merupakan batuk dengan pneumonia. Hasil uji *chi-square* didapatkan nilai *asymp-sig* 0,001, nilai *asymp-sig* <0,005 maka H0 ditolak dan Ha diterima, artinya terdapat hubungan yang bermakna antara nilai RDW terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita. Nilai *Odds Ratio* = 8,000 menunjukkan bahwa peningkatan nilai RDW 8,000 kali menunjukkan peradangan pneumonia berat pada balita.

Tabel 3 Uji Phi Jumlah Leukosit dan Red-Cell Distribution Width Terhadap Tingkat Keparahan Pneumonia Pada Balita

| Korelasi | Jumlah Leukosit | | Red-Cell Distribution Width | |
|----------|-----------------|-------|-----------------------------|-------|
| | P-Value | Sig | P-Value | Sig |
| Phi | 0,416 | 0,001 | 0,456 | 0,000 |

Tabel 4 Interpretasi Uji Phi Menurut (Sarwono, 2009)

| Koefisien Korelasi | Interpretasi |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0 | Tidak Ada Korelasi |
| 0 kurang p kurang dari sama 0,25 | Korelasi Sangat Lemah |
| 0,25 kurang p kurang dari sama 0,5 | Korelasi Cukup Kuat |
| 0,5 kurang p kurang dari sama 0,75 | Korelasi Kuat |
| 0,75 kurang p kurang dari sama 1 | Korelasi Sangat Kuat |
| 1 | Korelasi Sempurna |

Berdasarkan hasil tabel 3.1 dan pemaknaan tabel 3.2 koefisien korelasi menunjukkan bahwa jumlah leukosit, nilai *P-value Phi* = 0,416 yang berarti hubungan jumlah leukosit terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita yaitu cukup kuat. Sedangkan dari hasil tabel 3.1 dan pemaknaan tabel 3.2 koefisien korelasi menunjukkan bahwa nilai RDW nilai, *P-value Phi* = 0,456 yang berarti hubungan nilai RDW terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita yaitu cukup kuat.

Berdasarkan data yang didapat saat observasi, didapatkan hasil berupa : responden balita akan rawat selama 3 hari, jika di dapatkan mengalami gejala pneumonia, baik batuk pneumonia maupun pneumonia berat dan hasil pemeriksaan penunjang berupa pemeriksaan darah lengkap pada saat hari pertama pasien datang. Berdasarkan hasil uji univariat yang dilakukan, sebagian besar balita pada bangsal anak RS PKU Muhammadiyah Kota Yogyakarta tahun 2023 mengalami pneumonia berat 45 (68,2%), dan mayoritas balita mengalami peningkatan jumlah leukosit sebanyak 49 (74,2%), serta mayoritas balita mengalami peningkatan nilai RDW sebanyak 43 (65,2%). Peradangan atau inflamasi yang terjadi pada parenkim paru, distal dari bronkilous dan alveoli, menyebabkan terbentuknya gabungan gangguan gas dan jaringan paru. Tingginya insidensi kematian akibat pneumonia pada balita memberikan penanda akan beratnya gejala dan buruknya klinis yang terjadi, oleh karena itu penting untuk mencari penanda yang dapat mempresentasikan tingkatan keparahan balita yang mengalami pneumonia.

Berdasarkan hasil tabel 2.1 menunjukkan bahwa 39 sampel (79,6%) dari jumlah leukosit abnormal adalah pneumonia berat. Hasil uji *chi-square* didapatkan nilai *asymp-sig* 0,002, nilai *asymp-sig* < 0,005 maka H0 ditolak dan Ha di terima, artinya terdapat hubungan yang signifikan

antara jumlah leukosit terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita. Berdasarkan hasil tabel 3.1 dan pemaknaan tabel 3.2 koefisien korelasi, menunjukkan bahwa jumlah leukosit nilai *P- value Phi* = 0,416 yang berarti korelasi jumlah leukosit terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita yaitu cukup kuat.

Studi ini sejalan dengan (Pramana & Subanada, 2018) menunjukkan jumlah leukosit "pneumonia derajat berat" lebih tinggi daripada kelompok "pneumonia derajat sedang". Penelitian yang dilakukan (Nurjannah *et al.*, 2016) mengatakan bahwa hasil pemeriksaan darah rutin menunjukkan leukositosis atau peningkatan terhadap jumlah leukosit yang disebabkan bakteri pneumonia.

Inflamasi sistemik dari infeksi akibat rangsangan penanda pro- inflamasi dengan *endotoksinemia* akan meningkatkan jumlah leukosit. Neutrofil akan menjadi jenis leukosit yang jumlahnya naik pada saat inflamasi terjadi yang disebabkan oleh bakteri, pada saat terjadi inflamasi neutrofil akan membelah diri untuk melawan patogen yang dilakukan pada lokasi inflamasi, yang mengaktivasi inflamasi secara berlebihan sehingga mengeluarkan penanda pro-inflamasi, sehingga dapat memberikan pertanda yaitu peningkatan jumlah leukosit (Pramana & Subanada, 2018).

Tidak sejalan dengan dua penelitian sebelumnya, studi (Monita *et al.*, 2015) mengatakan rerata kadar leukosit pada pneumonia lebih kecil. Penelitian (Monita *et al.*, 2015) mengatakan pada saat pemeriksaan dilakukan pada awal gejala maka jumlah leukosit akan mengalami kenaikan begitupun sebaliknya. Saat terjadi inflamasi pertama pneumonia, tubuh akan mengeluarkan sel leukosit dalam jumlah banyak, apabila penanganan tidak dilakukan dengan baik maka peradangan pneumonia akan bertambah. Sejalan dengan pernyataan (Monita *et al.*, 2015) studi (Katleya *et al.*, 2016) didapatkan nilai *Rasio-Neutrofil Limfosit* (RNL) yang normal pada pasien pneumonia yang dirawat inap lebih dari 10 hari. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan, dimana hasil jumlah leukosit mengalami peningkatan pada hari pertama pasien datang dengan indikasi gejala pneumonia.

Salah satu parameter penanda pneumonia adalah *red-cell distribution width* (RDW) menunjukkan ragam ukuran sel serta pada tingkatan tertentu menunjukkan ragam bentuk sel pada sel darah merah. RDW mengalami kenaikan ketika sel darah merah yang diproduksi kurang efektif atau akibat dari peningkatan destruksi sel darah yang terjadi pada kondisi inflamasi atau infeksi (Kristianto *et al.*, 2018). Berdasarkan tabel 2.2 menunjukkan bahwa 36 sampel (54,5%) dari nilai RDW abnormal mayoritas merupakan pneumonia berat. Hasil uji *chi-square* didapatkan nilai *asympt-sig* 0,001, nilai *asympt-sig* <0,005 Ha diterima, berarti didapat hubungan bermakna antara nilai RDW terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita. Berdasarkan hasil tabel 3.1 dan pemaknaan tabel 3.2 koefisien korelasi menunjukkan bahwa nilai RDW nilai *P- value Phi* = 0,456 yang berarti hubungan nilai RDW terhadap tingkat keparahan pneumonia pada balita yaitu cukup kuat.

Studi (Putri *et al.*, 2021) pada anak usia 1-5 tahun menyimpulkan bahwa nilai RDW mengalami peningkatan kelompok pneumonia derajat berat dibandingkan dengan kelompok pneumonia derajat ringan. Sepakat dengan studi (Putri *et al.*, 2021) studi (Kristianto *et al.*, 2018) mengatakan tingginya nilai RDW akan terjadi pada pneumonia berat. Ketika pneumonia akan terjadi proses inflamasi yang mengeluarkan perantara dari pro inflamasi. Salah satunya yaitu *interleukin-6* (IL-6) yang berperan meningkatkan *hepcidin*. *Hepcidin* ialah suatu hormon yang peningkatannya menyebabkan kurangnya absorpsi *zinc* dari sel darah merah, sehingga berakibat terjadi gangguan pada pembentukan sel darah merah yang menyebabkan ragam ukuran sel dan ragam bentuk sel dan pada akhirnya meningkatkan nilai RDW.

Namun tidak sejalan dengan penelitian (Putri *et al.*, 2021), penelitian (Irwansyah, 2019) mengatakan nilai RDW tidak ada hubungan yang bermakna dengan tingkat keparahan pneumonia yang diukur berdasarkan skor *pneumonia severity index* (PSI) pada hari ke-1 gejala pneumonia timbul. Sejalan dengan penelitian (Irwansyah, 2019) penelitian (Sang-Min *et al.*, 2016) yang menyatakan tidak ada peningkatan yang signifikan terhadap nilai RDW pada hari ke-2 dan ke-3 rawat inap, tetapi terjadi peningkatan yang signifikan pada hari ke-4 setelah rawat inap.

Penuturan ini tidak sama dengan hasil penelitian yang dilakukan, dimana hasil nilai RDW mengalami peningkatan pada hari pertama pasien datang dengan indikasi gejala pneumonia. Hal

ini dapat dipicu oleh terjadinya mekanisme hipoksia jaringan dimana kapasitas oksigen yang tidak memadai akibat rendahnya kadar hemoglobin sehingga menyebabkan peningkatan produksi *eritropoietin* (EPO) oleh ginjal, yang akan meningkatkan laju kecepatan dari produksi dan ukuran sel darah merah (Hartawan *et al.*, 2020).

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan uji chisquare memiliki hubungan antara peningkatan jumlah leukosit dan RDW terhadap keparahan pneumonia pada balita, Ddn uji korelasi yang cukup kuat antara jumlah leukosit dan *red-cell distribution width* pada indikasi pneumonia balita yang dirawat di bangsal anak di RS PKU Muhammadiyah Kota Yogyakarta pada tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, I., Saputra, Y., & Ryalino, C. (2020). Correlation of red cell distribution width value with the duration of mechanical ventilator usage in patients treated in pediatric intensive care unit. *Bali Journal of Anesthesiology*, 4(3), 99–103. https://doi.org/10.4103/BJOA.BJOA_27_20
- Dean, P., & Florin, T. A. (2018). Factors Associated With Pneumonia Severity in Children: A Systematic Review. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 7(4), 323–334. <https://doi.org/10.1093/jpids/piy046>
- DINKES. (2021). Kota Yogyakarta. *Jurnal Kajian Ilmu Administrasi Negara*, 107(38), 107–126. <https://journal.uny.ac.id/index.php/natapraja/article/view/12619>
- Hidayani, A. R. ., Umboh, A., & Gunawan, S. (2016). Gambaran karakteristik pneumonia pada anak yang dirawat di ruang perawatan intensif anak RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado periode 2013 – 2015. *E-CliniC*, 4(2).
- Dedi, Irwansyah., Alwinskyah, A., & Darion, G. (2019). Korelasi Nilai *Red-Cell Distribution wdth* Hari Pertama dan Hari Keempat Terhadap Derajat Keparahan Pneumonia Berdasarkan Skor Curb-65 dan Skor PSI Pada pasien Pneumonia Komunitas. *International Journal of Research Science & Management*. ISSN : 234-5197.
- Katleya, F., Anam, M., & Dadiyanto, D. W. (2016). Rasio Jumlah Neutrofil-Limfosit pada Awal Masuk Rawat sebagai Faktor Risiko Luaran Pneumonia Anak. *Sari Pediatri*, 17(1), 47. <https://doi.org/10.14238/sp17.1.2015.47-51>
- Kemendes RI. (2022). Profil Kesehatan Indonesia 2022. In *Pusdatin.Kemendes.Go.Id*.
- Kristianto, W., Setyoningrum, R. A., & Boediono, A. (2018). Red-Cell Distribution Width (RDW) dan Mean Platelet Volume (MPV) sebagai Biomarker Keparahan Pneumonia Anak. *Sari Pediatri*, 19(6), 335. <https://doi.org/10.14238/sp19.6.2018.335-41>
- Mahardika Putri, M. C., Suryawan, I. W. B., & Suarca, I. K. (2021). Hubungan nilai Red Cell Distribution Width (RDW) dengan tingkat keparahan pneumonia pada pasien anak di RSUD Wangaya Denpasar, Bali-Indonesia. *Intisari Sains Medis*, 12(3), 757–762. <https://doi.org/10.15562/ism.v12i3.1133>
- Monita, O., Yani, F. F., & Lestari, Y. (2015). Profil Pasien Pneumonia Komunitas di Bagian Anak RSUP DR. M. Djamil Padang Sumatera Barat. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1), 218–226. <https://doi.org/10.25077/jka.v4i1.225>
- Nurjannah, N., Sovira, N., & Anwar, S. (2016). Profil Pneumonia pada Anak di RSUD Dr. Zainoel Abidin, Studi Retrospektif. *Sari Pediatri*, 13(5), 324. <https://doi.org/10.14238/sp13.5.2012.324-8>
- Pramana, K. P., & Subanada, I. B. (2015). Hubungan Jumlah Leukosit Serta Kadar C-Reactive Protein Dengan Derajat Keparahan Pneumonia Pada Anak. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 46(2), 77–81.
- Pramana, K. P., & Subanada, I. B. (2018). Protein Dengan Derajat Keparahan Pneumonia Pada Anak Association Between Leukocyte Count and C- Reactive Protein Level With Severity of Pneumonia. *Jurnal Ilmiah Kedokteran. Unud.Ac.Id*, 1–14.
- Pramono, B., Irawan, D., Sukmawardani, M., Umi Rizqi, N., Fakultas Kedokteran, D., & Fakultas keperawatan dan kebidanan, D. (2019). Jurnal Ilmiah Hubungan Usia Dan Tingkat Eosinofil Pasien Bronko Pneumonia Pada Balita Di Rs Islam Surabaya. *Jurnal Keperawatan Muhammadiyah Bengkulu*, 07(April), 39.

- Sang-Min Lee, Jae Hyuk Lee, Kyuseok Kim, You Hwan Jo, Jungyoupp Lee, Joonghee Kim, Ji Eun Hwang, Young Sang Ko, Chulmin H, Sujin Jang, Hyunmi Park. (2016). The Clinical Significance of Changes in Red Blood Cell Distribution Width in Patients With Community-Acquired Pneumonia. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*. Departement of Emergency Medicine. Songnam-Korea.
- Wasita, I. K. S., Setiawan, P. A., Suryawan, I. W. B., & Widiassa, A. A. M. (2019). Perbedaan rasio neutrofil-limfosit terhadap lama rawat anak dengan pneumonia di Ruang Kaswari, RSUD Wangaya, Denpasar, Bali, Indonesia. *Intisari Sains Medis*, 10(3), 851–857. <https://doi.org/10.15562/ism.v10i3.471>
- WHO. (2014). Revised WHO Classification and Treatment of Childhood Pneumonia at Health Facilities: Evidence Summaries. In *Who*.
- Williams, D. J., Zhu, Y., Grijalva, C. G., Self, W. H., Harrell, F. E., Reed, C., Stockmann, C., Arnold, S. R., Ampofo, K. K., Anderson, E. J., Bramley, A. M., Wunderink, R. G., McCullers, J. A., Pavia, A. T., Jain, S., & Edwards, K. M. (2016). Predicting severe pneumonia outcomes in children. *Pediatrics*, 138(4).<https://doi.org/10.1542/peds.2016-1019>