

EVALUASI PENGGUNAAN ANTIBIOTIK PADA PASIEN PEDIATRI DI INSTALASI RAWAT INAP UPTD KHUSUS RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN TAHUN 2024

Yurike Elanda¹, Nurcahaya Sigalingging², Armansyah Maulana H³, Umi Hani Azizah⁴

^{1,4} Program Studi S1 Farmasi Fakultas Kesehatan, Universitas Aisyah Pringsewu, Indonesia

² Mahasiswa Program Studi S1 Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Haji Sumatera Utara, Indonesia

³ Program Studi S1 Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Haji Sumatera Utara, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Jun 17, 2025

Revised Jul 09, 2025

Accepted Aug 07, 2025

Keywords:

Child

Evaluation

Antibiotic Use

ATC/DDD

ABSTRACT

One of the health problems is infection. Bacteria are the most common cause. Antibiotic use is increasing because of more bacterial infections. This condition can cause the risk of antibiotic resistance. In children, antibiotic resistance can occur in conditions that impact mortality, morbidity, and high medical costs. This study aims to determine the evaluation of antibiotic use and a description of the evaluation of antibiotic use with the ATC/DDD method from medical records of hospitalized patients receiving antibiotic therapy. The research method used is observational research (non-experimental) with a quantitative approach, which includes analysis of patient characteristics and antibiotic use patterns. The results showed that the cephalosporin antibiotic group (80.4%) was used most often. The most common type of antibiotic used was ceftriaxone (38.8%). The most common type of treatment was intravenous (56.1%). In quantitative evaluation using the ATC/DDD method, the antibiotic with the highest DDD/100 patient days value was cefixime, with 124.46, and the antibiotic with the lowest DDD/100 patient days value was Ripampicin, with 0.04. The conclusion of this study is based on the analysis of antibiotic use using the ATC/DDD approach, regarding the Medan Haji General Hospital in 2024. Antibiotic use was evaluated using the ATC/DDD approach, resulting in a total DDD/100 inpatient days value of 202.11%. Cefixime had the highest DDD/100 inpatient days value, which was 120.15%, with a total antibiotic length of stay (LOS) of 325 days.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Yurike Elanda

Fakultas Kesehatan,

Universitas Aisyah Pringsewu,

Jl. Raya A. Yani No. 1A Tambahrejo Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu, Lampung 35372.

Email: yurike.elanda@yahoo.com

1. INTRODUCTION

Rumah sakit adalah sarana layanan kesehatan yang menyediakan pelayanan medis lengkap bagi pasien yang menjalani rawat inap, rawat jalan, serta penanganan darurat. Rumah sakit sebagai bagian integral dari sistem kesehatan memegang peranan penting dalam menjamin kesehatan masyarakat secara menyeluruh. Selain pasien rawat inap, rumah sakit juga merawat anak-anak yang memerlukan perawatan khusus karena kemungkinan resistensi antibiotik, kesalahan pengobatan, dan kesalahan resep yang umum terjadi pada usia muda. Oleh karena itu, evaluasi penggunaan antibiotik sangat penting untuk memastikan bahwa antibiotik digunakan dengan tepat dan etis. Resistensi antibiotik dapat meningkatkan angka kesakitan, kematian, dan biaya perawatan kesehatan (Permenkes RI, 2021).

Penggunaan antibiotika yang relatif tinggi menimbulkan berbagai dampak permasalahan di seluruh dunia (Frieden T, 2013). Resistensi antibiotika semakin cepat, dan ini merupakan ancaman masalah kesehatan yang utama (Zhang et al., 2013). Para pimpinan kesehatan dunia mendeskripsikan resistensi antibiotika dengan sebutan “nightmare bacteria,” yang mengancam jiwa seluruh masyarakat di setiap belahan dunia. Peningkatan infeksi dan kematian yang disebabkan oleh resistensi antibiotika merupakan tantangan yang harus diselesaikan (Khalili & Izadpanah, 2015). Setiap tahun, sekitar 2 juta penduduk Amerika Serikat mengalami infeksi serius, dan pasien mengalami resistensi satu atau lebih antibiotika terhadap penyakit yang dideritanya. Kurang lebih 23.000 orang meninggal setiap tahun akibat infeksi yang tidak tertangani karena resistensi antibiotika. Tahun 2013 kurang lebih 700.000 kematian terjadi di seluruh dunia akibat resistensi antibiotika. Diperkirakan angka kematian pada tahun 2050 sebesar 10 juta akibat resistensi antimikroba, dan 4,7 juta di antaranya merupakan penduduk Asia. Dampak besar resistensi antibiotika adalah angka morbiditas (angka kesakitan) dan mortalitas (angka kematian) semakin meningkat karena risiko penyebaran infeksi akibat bakteri yang resisten serta biaya pengobatan yang lebih mahal (Frieden T, 2013). Hasil penelitian Antimicrobial Resistant in Indonesia (AMRINStudy) membuktikan bahwa dari 2.494 orang, 43% *Escherichia coli* resisten terhadap berbagai jenis antibiotika, seperti ampisilin (24%), kotrimiksazol (29%), dan kloramfenikol (25%). Dari hasil penelitian terhadap 781 pasien yang dirawat di rumah sakit, didapatkan 81% *Escherichia coli* resisten terhadap berbagai antibiotika, yaitu ampisilin (73%), kotrimoksazol (56%), kloramfenikol (43%), siprofloksasin (22%), dan gentamisin (18%) (Permenkes RI, 2021).

Anak-anak rentan sakit karena sistem kekebalan tubuh dan fungsi organ mereka masih berkembang. Pasien anak sering menghadapi berbagai masalah terkait pengobatan. Keterbatasan dalam memilih bentuk dan formula obat yang tepat untuk pasien anak menjadi tantangan dalam pelayanan kesehatan, sehingga dokter sering kali harus mereseapkan obat racikan untuk mengatasi kendala tersebut (Virginia, 2014).

Antibiotik adalah obat yang paling sering diresepkan di rumah sakit untuk mengatasi berbagai infeksi yang disebabkan oleh bakteri. Di negara-negara maju, antibiotik diberikan kepada 13-37% pasien rawat inap, baik tunggal maupun kombinasi. Sementara itu, di negara-negara berkembang, angkanya berkisar antara 30-80%. Pemilihan antibiotik untuk pengobatan dipengaruhi oleh tingkat infeksi, lokasi infeksi, dan jenis mikroorganisme penyebabnya (Putra & Kusmiati, 2019).

Berdasarkan penjelasan tersebut, evaluasi penggunaan antibiotik pada anak-anak sangat penting dilakukan dengan memantau dan mengawasi penggunaannya secara bertanggung jawab dan bijaksana. Penelitian ini berupaya menganalisis profil penggunaan antibiotik secara statistik dan memberikan hasil evaluasi. RSUD Haji Medan akan mengadopsi metode ATC/DDD untuk mengukur penggunaan antibiotik pada pasien anak yang dirawat di rumah sakit pada tahun 2024.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juli 2024 UPTD Rumah Sakit Umum Haji Medan yang berlokasi di Medan Estate, Jalan Rumah Sakit Haji No. 47, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara. Jenis penelitian yang digunakan adalah studi observasional (non-eksperimental) dengan pendekatan kuantitatif, yang mencakup analisis karakteristik pasien, pola penggunaan antibiotik, dan perhitungan penggunaan antibiotik menggunakan metode *Defined*

Daily Dose (DDD) yaitu metode yang memungkinkan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan antibiotik dan mengidentifikasi potensi masalah seperti resistensi antibiotik. Desain penelitian ini bersifat cross-sectional, dengan data yang dikumpulkan secara retrospektif dari resep pasien anak berjumlah 150 yang dirawat inap di UPTD Khusus Rumah Sakit Umum Haji Medan untuk periode tahun 2023. Teknik pengambilan data menggunakan rumus *slovin* dimana hasil yang diperoleh untuk sampel penelitian adalah 60 pasien. Untuk kategori inklusi yaitu: pasien anak rawat inap, pasien anak yang tidak melakukan tindakan bedah. Untuk kategori eksklusi yaitu: pasien anak tidak memiliki catatan medis yang lengkap, pasien anak yang tidak menggunakan antibiotik. Analisis data pada penelitian ini yaitu menggunakan *microsoft excel*. Data yang dikumpulkan meliputi nama pasien, usia, jenis kelamin, nama antibiotik, dosis, frekuensi, durasi, dan metode pemberian antibiotik.

3. RESULTS AND ANALYSIS

Karakteristik Pasien

Tabel 1. Data Karakteristik Pasien

No	Kategori	Jumlah	Persentase
Usia			
1	1 bulan – 2 tahun	17	28.3
	2- 6 tahun	26	43.4
	6 – 12 tahun	9	15.0
	12 – 14 tahun	8	13.3
Jumlah		60	100%
Jenis kelamin			
2	Laki - laki	31	51.7%
	Perempuan	29	48.3%
Jumlah		60	100%

Hasil penelitian yang terdapat pasien anak yang dirawat inap dan diberi antibiotik di RSU Haji Medan menemukan bahwa anak usia 2 hingga 6 tahun paling sering dirawat, yaitu sebesar 43,4% dengan jumlah 26 pasien dan yang paling sedikit usia 12 – 14 tahun yaitu sebesar 13,3% dengan jumlah 8 pasien. Bayi dan anak-anak pada kelompok usia ini lebih rentan terhadap infeksi bakteri karena sistem kekebalan tubuh mereka belum sepenuhnya terbentuk sedangkan anak usia 12 – 14 tahun sistem kekebalan tubuhnya sudah mulai terbentuk sehingga sudah bisa melawan bakteri atau virus yang masuk dalam tubuh. Jenis kelamin laki – laki yang paling sering dirawat yaitu 51,7% dengan jumlah 31 pasien sementara jumlah perempuan yaitu 29 dengan persentase 48,3%. Anak laki- laki memiliki aktivitas yang sangat aktif dibanding perempuan sehingga resiko terkena infeksi lebih besar.

Hasil penelitian di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta juga menunjukkan bahwa pasien anak laki-laki sebanyak 54,4% (Sari & Darmawan, 2010). Penelitian tahun sebelumnya di RSD dr. Soebandi jember juga menunjukkan bahwa pasien anak laki-laki (51,52%) lebih banyak daripada perempuan (48,48%) (Rachmawati et al., 2020). Menurut UU No 35 Tahun 2014, anak merupakan seseorang yang belum berusia 18 tahun termasuk anak yang masih dalam kandungan. Sedangkan berdasarkan *World Health Organization* (2007) penggolongan usia anak terdiri atas:

Premature Newborns	: kurang dari 38 minggu kehamilan
Term Newborns	: lebih dari 38 minggu kehamilan
Neonate	: 0 – 30 hari
Infant	: 1 bulan – 2 tahun
Young Child	: 2 – 6 tahun
Child	: 6 – 12 tahun
Adolescent	: 12 – 18 tahun (WHO, 2007)

Diagnosis Penyakit

Diagnosis penyakit pada pasien pediatri terbagi menjadi 7 kategori sebagai berikut :

Tabel 2. Karakteristik Pasien Terkait Diagnosis Penyakit

Diagnosis penyakit (ICD)	Jumlah	%
<i>typhoid fever (A01.00)</i>	20	33.3
<i>gastroenteritis and colitis of unspecified origin (A09)</i>	9	15.0
<i>pneumonia, unspecified (J18.9)</i>	22	36.7
<i>febrile convulsions (R56.0)</i>	5	8.3
<i>bronchopneumonia unspecified (J18.0)</i>	1	1.7
<i>congenital absence, atresia and stenosis of anus (Q42.3)</i>	1	1.7
<i>dengue haemorrhagic fever (A91)</i>	2	3.3
Total	60	100

Karakteristik diagnosis penyakit dikonversi ke kode ICD-10 versi Organisasi Kesehatan Dunia tahun 2010. Dua diagnosis penyakit yang paling sering ditemukan di antara pasien anak yang dirawat di rumah sakit dan menerima resep antibiotik di UPTD Khusus Rumah Sakit Umum Haji Medan adalah pneumonia, *unspecified* (36,7%) dengan jumlah 22 pasien dan *typhoid fever* (33,3%) dengan jumlah 20 pasien. Bakteri, virus, jamur, paparan bahan kimia, atau kerusakan fisik pada paru-paru, serta efek tidak langsung dari penyakit lain, dapat menjadi penyebabnya. Adenovirus, rhinovirus, influenza virus, respiratory syncytial virus (RSV), dan para influenza virus adalah virus yang dapat menyebabkan pneumonia. Streptococcus dan Mycoplasma pneumonia adalah bakteri yang paling umum menyebabkan pneumonia. Anak-anak lebih rentan terhadap pneumonia karena sistem kekebalan tubuh mereka masih lemah dan belum sempurna. Tidak mendapatkan ASI (Air Susu Ibu) dan kekurangan gizi adalah beberapa faktor lain yang dapat memperpanjang daya tahan tubuh anak. Penelitian tahun sebelumnya di RSD dr. Soebandi Jember menunjukkan bahwa pneumonia, tifoid, broncopneumonia, dan kejang demam masih menjadi penyakit paling umum pada anak-anak yang dirawat di rumah sakit (Rachmawati et al., 2020).

Profil Penggunaan Antibiotik Berdasarkan Jumlah Pemakaian Dan Rute Pemberian

Berdasarkan hasil penelitian terdapat 506 pemakaian antibiotik pada pasien anak rawat inap di UPTD Khusus Haji Sumatera Utara. Berikut data penggunaan antibiotik berdasarkan metode ATC/DDD.

Tabel 3. Profil Penggunaan Antibiotik

Golongan Antibiotik	Jenis Antibiotik	Jumlah Pemakaian	Rute Pemberian (%)		Persentase Total (%)
			Intravena	Peroral	
Sefalosporin	Ceftriaxone	156	30.8	-	80.4
	Cefixim	139	-	27.5	
	Cefotaxime	89	17.6	-	
	Cefadroxil	21	-	4.2	
	Ceftazidime	2	0.4	-	
Fluoroquinolon	Ciprofloxacin	9	-	1.8	1.8
Nitromidazole	Metromidazole	3	-	0.6	6
Sulfonamide	Cotrimoxazole	2	-	0.4	4
OAT (obat anti tuberkulosa)	Isoniazid	5	-	1.0	2.8
	Pyrazinamide	5	-	1.0	
	Ripampisin	4	-	0.8	
Aminoglikosida	Gentamicin	8	1,6	-	1.6
Karbapenem	Meropenem	3	5.9	-	5.9
Makrolida	Azitromisin	12	-	2.4	2.4
Penisilin	Amoksisilin	21	-	4.2	4.2
	Total	506	56.1	43.9	100
			10	0	

Tabel profil antibiotik merinci jenis dan dosis antibiotik yang diberikan kepada pasien rawat inap anak di RSUD Haji Medan, serta cara pemberiannya. Ada sembilan jenis antibiotik yang digunakan dalam perawatan anak, dengan sefalosporin mencakup 80,4% dari semua resep. Hal ini disebabkan oleh beragamnya sefalosporin, yang efektif terhadap bakteri gram positif, gram negatif, dan anaerob. Sefalosporin dianggap aman untuk mengobati infeksi pada anak-anak, dan sering digunakan sebagai terapi empiris, yaitu pengobatan yang diberikan saat etiologi penyakit tidak diketahui, biasanya pada fase awal pengobatan. Pada persebaran antibiotik, terdapat 10 golongan antibiotik yang terdiri dari 15 jenis antibiotik. Jenis antibiotik yang paling banyak diresepkan adalah ceftriaxone 30.8% dengan jumlah 156 vial.

Penggunaan antibiotik cefotaxime lebih direkomendasikan untuk anak terutama neonates dibandingkan golongan sefalosporin yang lain, seperti ceftriaxone karena cefotaxime tidak memengaruhi metabolisme bilirubin. Selain itu, antibiotik sefotaksim memiliki efek samping gastrointestinal yang lebih rendah dibandingkan dengan seftriakson. Berdasarkan rute pemberian antibiotik, menunjukkan bahwa pemberian secara intravena (56,1%) paling banyak dilakukan. Rute pemberian dipilih berdasarkan lokasi infeksi dan efisiensinya. Pemberian antibiotik secara intravena dapat dipertimbangkan pada pasien yang mengalami infeksi sedang sampai berat.

Selain itu, pemberian secara intravena juga diperlukan pada saat kondisi pasien tidak sadar, tidak dapat menelan, dehidrasi, atau syok. Rute pemberian secara intravena dilakukan agar antibiotik bisa langsung masuk ke dalam sirkulasi sistemik dan didistribusikan ke jaringan yang terinfeksi. Sehingga diharapkan efek aksi antibiotik dan proses penyembuhan lebih maksimal (Purwaningsih et al., 2015)

Profil Kuantitatif Penggunaan Antibiotik Berdasarkan Metode ATC/DDD

WHO telah merekomendasikan ATC (*Anatomical Therapeutic Chemical*) dan DDD (*Defined Daily Dose*) sebagai standar global untuk studi penggunaan obat rasional, salah satunya antibiotik (Muslim, 2018). Metode Sistem *Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) / Defined Daily Dose (DDD)* merupakan sistem klasifikasi dan pengukuran penggunaan obat yang saat ini telah menjadi salah satu pusat perhatian dalam pengembangan penelitian penggunaan obat (World Health Organization, 2017). WHO menyatakan sistem ATC/DDD sebagai standar pengukuran internasional untuk studi penggunaan obat, sekaligus menetapkan WHO *Collaborating Centre for Drug Statistic Methodology* untuk memelihara dan mengembangkan sistem ATC/DDD (World Health Organization, 2017).

Tabel 4. Profil Kuantitatif Penggunaan Antibiotik Berdasarkan Metode ATC/DDD

KodeATC	Jenis Antibiotik	Standar DDD	Total gram	Total DDD	Total LOS	DDD/100 Pasien Day
J01DD04	Ceftriaxone	2	163	81,5	325	25.07
J01DD08	Cefixime	0.4	161.8	404.5		124.46
J01MA02	Ciprofloxacin	1	4.5	4.5		1.38
J01XD01	metronidazole	1.5	9.5	6.33		1.94
J01DD08	cotrimoxazole	4	12.5	3.12		0.96
J01DD01	Cefotaxime	4	94	23.5		7.23
J01DB05	cefadroxil	2	76.5	38.25		23.56
J04AC01	Isoniazid	0.3	0.18	0.6		0.18
J04AK01	pyrazinamide	1.5	0.225	0.15		0.04
J01CA04	Amoksisilin	1	7.5	7.5		2.30
J04AB02	Ripampisin	0.6	1.8	3		0.92
J01DD02	Ceftazidime	4	2	0.5		0.15
JO1GB03	Gentamicin	0.24	8	33.33		10.25
J01DH02	Meropenen	2	33	16.5		5.07
J01FA10	Azitromisin	0.3	6	16.66		6.15
Total						209,66

keterangan

- Lebih standard DDD
- Kurang dari standar DDD



Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa nilai DDD total penelitian ini adalah 209.66 DDD/100 hari rawat inap, yang berarti bahwa pasien rata-rata menerima 209.66 DDD antibiotik setiap hari selama 100 hari rawat inap (Sari et al., 2016). Menurut hasil perhitungan nilai DDD yang ditunjukkan pada tabel di atas, nilai DDD tertinggi dalam penelitian ini tentang penggunaan antibiotik adalah cefixime (124.46 DDD/100 hari rawat inap), dan nilai DDD terendah adalah pyrazinamide (0,04). Hal ini karena nilai DDD/100 pasien hari dipengaruhi oleh total *Length of Stay* (LOS) dari nilai DDD. Semakin tinggi LOS total pada pasien anak, semakin rendah nilai DDD/100 pasien hari pada masing-masing antibiotik. Sementara itu, nilai DDD dipengaruhi oleh jumlah gram antibiotik yang digunakan, karena dosis, aturan pakai, dan lama penggunaan antibiotik berbeda untuk setiap pasien anak. Standar DDD yang berbeda juga memengaruhi nilai DDD (Rachmawati et al., 2020). Seperti yang terdapat pada tabel 4 di atas bahwa ada beberapa antibiotik yang penggunaannya melebihi standar DDD yaitu cefixime, ceftriaxone, cefadroxil, gentamicin, cefotaxime, azitromisin, meropenem, amoksisilin, metronidazole, ciprofloxacin, rifampisin, isoniazid, dampak penggunaan antibiotik melebihi standar DDD adalah : Resistensi antibiotik, efek samping obat, dan toksisitas obat. Ada beberapa antibiotik juga yang penggunaannya tidak memenuhi standar DDD yaitu antibiotik cotrimoxazole, creftazidme, dan pyrazinamide, sehingga yang terjadi jika kurang dari standar adalah efektivitas pengobatan yang rendah, dan dampak kesehatan jangka panjang, serta terjadinya resistensi antibiotik. Sehingga perlu adanya informasi dan pengawasan ketat dalam penggunaan antibiotik serta kolaborasi dengan teman kesehatan lainnya untuk menghindari adanya kelebihan maupun kekurangan antibiotik dari standar DDD.

4. CONCLUSION

Berdasarkan analisis penggunaan antibiotik dengan pendekatan ATC/DDD, dapat disimpulkan mengenai Rumah Sakit Umum Haji Medan pada tahun 2024 sebagai berikut: Profil penggunaan antibiotik pada pasien anak di Rumah Sakit Umum Haji Medan selama periode Januari hingga Desember 2023 menunjukkan bahwa ada 15 jenis antibiotik yang paling sering digunakan. Antibiotik Ceftriaxone 30,8% yang memiliki efek antibakteri dengan spektrum luas, menduduki urutan teratas, sehingga dalam penggunaannya perlu diperhatikan khusus, dan antibiotik jarang digunakan yaitu cotrimoxazole 0,4% memiliki efek menghentikan pertumbuhan bakteri sehingga membantu sistem kekebalan tubuh membunuh bakteri hingga habis, namun tidak dapat untuk menyembuhkan penyakit akibat infeksi virus.

REFERENCES

- Frieden T. (2013). *Antibiotic resistance threats*. 22–50. <https://doi.org/CS239559-B>
- Khalili, H., & Izadpanah, M. (2015). Antibiotic regimens for treatment of infections due to multidrug-resistant Gram-negative pathogens: An evidence-based literature review. *Journal of Research in Pharmacy Practice*, 4(3), 105. <https://doi.org/10.4103/2279-042x.162360>
- Permenkes RI. (2021). Pedoman Penggunaan Antibiotik. *Permenkes RI*, 1–97.
- Purwaningsih, A. E. D. A., Rachmawati, F., & Wahyono, D. (2015). Evaluasi Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Pediatri Rawat Inap. *Jurnal Manajemen Dan Pelayanan Farmasi*, 5(3), 211–218.
- Putra, D. P., & Kusmiati, T. (2019). Manajemen Pemberian Antibiotik dengan Hasil Uji Kepekaan Resistensi. *Jurnal Respirasi*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.20473/jr.v1-i.1.2015.7-14>
- Rachmawati, S., Masito, D. K., & Rachmawati, E. (2020). Evaluasi Penggunaan Antibiotik pada Pasien Anak Rawat Inap di RSD Dr. Soebandi Jember. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 6(2), 212–220. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6.i2.14976>

- Sari, D. K., & Darmawan, M. (2010). Faktor Risiko Terjadinya Syok pada Infeksi Dengue Anak Di RSUD Panembahan Senopati Bantul. In *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia* (Vol. 2, Issue 6, pp. 37–46).
- Virginia, D. M. (2014). Virginia.Pdf. In *Peresepan Sediaan Racikan Pada Pasien Anak di Bangsal Rawat Inap: Vol. 18 No.1* (pp. 56–61).
- World Health Organization. (2017). *Chronic Respiratory. Guidelines for ATC Classification and DDD Assignment 2018 (21st Ed.)*. Oslo Norway: WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology.
- Zhang, L., Huang, Y., Zhou, Y., Buckley, T., & Wang, H. H. (2013). Antibiotic administration routes significantly influence the levels of antibiotic resistance in gut microbiota. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 57(8), 3659–3666. <https://doi.org/10.1128/AAC.00670-13>

