

# Eksplorasi instrumen klasifikasi di Multiple Machine Learning yang diaplikasikan dalam studi epidemiologi infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* pada masyarakat pulau kecil dan terluar Indonesia

Junidi, Umi Cahyaningsih, Syibbran Mulaesyi

## Pendahuluan

*Entamoeba histolytica* (*E. histolytica*) sebagai agent patogen utama penyebab penyakit amebiasis menjadi isu penting kesehatan masyarakat dunia karena berhubungan dengan tingkat kesakitan dan kematian yang tinggi. Kematian yang disebabkan oleh penyakit ini menempati peringkat ketiga tertinggi setelah malaria dan scistosomiasis.<sup>1 2</sup> Di samping itu, parasit protozoa intestinal ini juga dikelompokkan dalam salah satu agen parasit patogen pertahanan hayati prioritas kategori B, yakni agen yang dapat menginfeksi banyak orang melalui air dan atau makanan serta berpotensi untuk dijadikan sebagai senjata biologis.<sup>3</sup> Vektor mekanik seperti lalat dan kontak langsung pada aktivitas seksual oro-anal atau ano-genital menjadi jalur penularan lain yang sudah banyak dilaporkan.<sup>4 5</sup>

Parasit intestinal dari famili Amoebidae ini memiliki spesies identik morfologi dengannya yaitu *E. dispar* dan *E. moshkovskii*. Berbeda dengan *E. histolytica*, kedua jenis amoeba tersebut merupakan amoeba non-patogen yang secara mikroskopis sering ditemukan secara bersamaan. Walaupun kapasitas virulensi *E. dispar* dan *E. moshkovskii* sangat berbeda dengan *E. histolytica*.<sup>6</sup> Namun, keberadaan perlu diwaspadai karena karakteristik habitat dan cara penularannya tidak berbeda dengan *E. histolytica*, meyebabkan faktor risiko penularannya juga sama. walaupun infeksi *E. histolytica* sebenarnya dalam studi seperti ini dapat ditelusuri lebih lanjut dengan berbagai metode identifikasi lain, penemuan faktor risiko infeksi parasit patogen dan non patogen yang identik ini perlu di eksplorasi dan di carikan instrumen yang valid untuk memprediksi kejadian infeksi agen parasit ini di masa yang akan datang<sup>7</sup>.

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki banyak pulau besar dan kecil. Pulau-pulau yang berada di bagian terluar Indonesia sebagian besar adalah pulau-pulau kecil dan sebagian diantaranya adalah pulau berpenduduk. Salah satu pulau kecil Indonesia yang perainnya berbatasan langsung dengan perairan negara lain adalah Pulau Weh. Pulau yang terletak di ujung paling barat Indonesia ini berbatasan langsung dengan perairan India, Malaysia dan Thailand<sup>8</sup>. Sebagai mana wilayah lain di Indonesia, masyarakat yang tinggal di Pulau Weh berhadapan dengan masalah kesehatan masyarakat yaitu masalah sebaran pemukiman penduduk yang tidak merata dan terkonsentrasi di daerah pesisir atau lokasi strategis lainnya. Kondisi ini secara tidak langsung berdampak pada kualitas sanitasinya sehingga

---

<sup>1</sup> Shirley, Hung, and Moonah, *Intestinal and Genital Infections*.

<sup>2</sup> Nasrallah et al., "Updates on the Worldwide Burden of Amoebiasis: A Case Series and Literature Review."

<sup>3</sup> National Institutes of Health (NIH), "NIAID Biodefense Research Agenda for Category B and C Priority Pathogens Progress Report."

<sup>4</sup> Juriah et al., "Intestinal Amebiasis: Diagnosis and Management."

<sup>5</sup> Ishartadiati, "Protozoa and Bacteria Found on the Body of Flies at the Surabaya Market."

<sup>6</sup> van Hal, S. J., Stark, D. J., Fotedar, R., Marriott, D., Ellis, J. T., & Harkness, "Amoebiasis: Current Status in Australia."

<sup>7</sup> Soares et al., "A Cross-Sectional Study of *Entamoeba Histolytica/Dispar/Moshkovskii* Complex in Salvador, Bahia, Brazil."

<sup>8</sup> Directorate of Small Islands Empowerment, "Weh."

memungkinkan penyebaran dan penularan berbagai agen penyakit berbasis lingkungan dan salah satunya adalah *E. histolytica*<sup>9 10</sup>

Kurangnya informasi tentang prevalensi dan faktor-faktor yang mempengaruhi infeksi *E. histolytica* ini menyebabkan belum ditemukan kebijakan khusus terhadap pencegahan dan penanggulangan penyakit yang disebabkan oleh infeksi parasit intestinal ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi prevalensi, menganalisis faktor risiko dan mengeksplorasi model-model dalam *Multiple Machine Learning* untuk mendapatkan model *Multiple Machine Learning* yang ideal. Model *Multiple Machine Learning* ini nantinya dapat digunakan dalam mengestimasi kejadian infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* pada masyarakat pulau kecil dan terluar Indonesia atau wilayah lainnya.

## Metode

### Jenis dan Sampel Penelitian

Penelitian ini adalah studi epidemiologi dan mengaplikasikannya dalam **Algoritma Machine Learning** agar mendapatkan instrumen klasifikasi dalam memprediksi kasus di masa yang akan datang jika kondisi menyerupai dengan kondisi dalam penelitian ini. sampel dalam penelitian ini adalah masyarakat pulau Weh yang berumur  $\geq 10$  tahun. Responden penelitian dipilih secara Non-probability sampling yang berjumlah 335 responden. Kriteria inklusi sampel adalah penduduk asli Kota Sabang, dapat berkomunikasi dengan baik, dan bersedia menjadi subjek penelitian. Kriteria eksklusi adalah sampel tidak menyelesaikan seluruh proses pengambilan data.

### Pemeriksaan dan Pengukuran

#### Pemeriksaan sampel

Pengambilan sampel tinja dimulai dengan memberikan *Stool Container* pada masing-masing responden. Pada hari berikutnya, peneliti mengumpulkan pot yang sudah di isi sampel tinja dan untuk diperiksa di laboratorium. Identifikasi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* dilakukan secara mikroskopis. Identifikasi ini dimulai dengan skrining keberadaan amoeba usus menggunakan teknik pemeriksaan langsung dan konsentrasi dengan larutan formol eter atau zinc sulfat.<sup>11 12</sup> Sampel yang positif ditemukan pada salah satu teknik skrining tersebut, kemudian dibuat preparat kering dan diwarnai dengan teknik pewarnaan wheatley's trichrome,<sup>13</sup> dan selanjutnya diidentifikasi karakteristik sel untuk membedakan kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* dengan amoeba usus lainnya menggunakan Mikroskop Olympus Binokuler CX 23 dan camera digital microscope Merk Dino-Lite Series AM4025X.

#### Pengukuran perilaku kesehatan dan sanitasi lingkungan

Penelusuran informasi tentang perilaku pencegahan dan penanggulangan penyakit yang disebabkan oleh *E. histolytica* dilakukan dengan teknik wawancara terstruktur. Sedangkan Penelusuran informasi tentang sumber dan kecukupan air bersih diperoleh dari jawaban responden atau anggota keluarga. Data penelitian yang diperoleh dari teknik observasi adalah

---

<sup>9</sup> Gani and Budiharsana, "The Consolidated Report on Indonesia Health Sector Review 2018."

<sup>10</sup> Birawida et al., "Clean Water Supply Vulnerability Model for Improving the Quality of Public Health (Environmental Health Perspective): A Case in Spermonde Islands, Makassar Indonesia."

<sup>11</sup> Amin and Ali, "Evaluation of Different Techniques of Stool Examination for Intestinal Parasitic Infections in Sulaimani City - Iraq."

<sup>12</sup> Garcia et al., "Laboratory Diagnosis of Parasites from the Gastrointestinal Tract."

<sup>13</sup> ThermoFisher Scientific, "Wheatley Trichrome Stain."

kondisi rumah, jamban keluarga, Sarana pembuangan air limbah (SPAL), dan Sarana pembuangan sampah (SPS) menggunakan instrumen check list pengamatan rumah dan sanitasi yang diterbitkan oleh Departemen Kesehatan RI 1999 dan telah dimodifikasi menyesuaikan dengan penelitian ini.

### Manajemen dan Analisis Data

Dataset penelitian diolah dengan bantuan perangkat lunak aplikasi Microsoft Excel 2013. Data yang telah melalui proses editing, coding, entry, cleaning dianalisis secara univariat, bivariat, dan multivariat. Analisis univariat bertujuan untuk mendeskripsikan distribusi frekuensi masing-masing variabel dan analisis bivariat bertujuan untuk melihat korelasi dan distribusi frekuensi infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* berdasarkan karakteristik variabel bebas. Pada tahap selanjutnya, 10% dataset penelitian ini dijadikan data test dan selebihnya dijadikan sebagai data training. Data training tersebut kemudian diaplikasikan dalam metode non samling dan 4 metode data samling yaitu Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE), Adaptive Synthetic (ADASYN) dan TomekLinks. Data-data tersebut kemudian di training dengan model Machine Learning. Hasil pemodelan ini akan diketahui model **perporma mesin lerning yang ideal dalam memprediksi kasus dimasa yang akan datang.**

### Hasil

#### Kejadian dan prevalensi infeksi kompleks *Entamoebahistolytica/dispar/moshkovskii*

Hasil identifikasi mikroskopis terhadap 335 sampel tinja responden, ditemukan kejadian infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* sebanyak 89 kasus dengan prevalensi temuan kasus ini sebesar 26,6%.

#### Prilaku kesehatan, sanitasi dan korelasi dengan kejadian infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*

**Tabel 1.** Prilaku kesehatan, sanitasi korelasinya dengan kejadian infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* pada masyarakat pulau Weh Provinsi Aceh

Aspek sanitasi dasar	N = 335 n (%)	Terinfeksi dengan kompleks <i>Eh/Ed/Em</i> *		P value
		n Tidak (%)	n Ya (%)	
<b>Prilaku kesehatan</b>				
▪ Perilaku mencuci tangan menggunakan air dan sabun pada saat makan atau menyentuh makan				0,027*
Sering	92 (27,5)	60 (65,2)	32 (34,8)	
Jarang	243 (72,5)	186 (76,5)	57 (23,5)	
▪ Perilaku memerhatikan kebersihan makanan, penjual, dan warung sebelum membeli				0,322
Selalu memerhatikannya	150 (44,8)	114 (76,0)	36 (24,0)	
Kurang memerhatikannya	119 (35,5)	132 (71,4)	53 (28,6)	
▪ Perilaku mencuci bersih sayuran dan buah-buahan yang dimakan segar atau bersama kulitnya				0,157
Selalu melakukannya.	130 (38,8)	91 (70,0)	39 (30,0)	
Jarang melakukannya	205 (61,2)	155 (75,6)	50 (24,4)	
▪ Perilaku memotong kuku 1x seminggu				0,237
Sering	183 (54,6)	131 (71,6)	52 (28,4)	
Sesekali	152 (45,4)	115 (75,7)	37 (24,3)	
▪ Perilaku mencuci tangan dengan sabun setiap kali selesai BAB				0,352
Sering (selama ini selalu dilakukannya).	173 (51,6)	125 (72,3)	48 (27,7)	

Sesekali (selama ini dimelakukan bersamaan dengan waktu mandi).	162 (48,4)	121 (74,7)	41 (25,3)	
▪ Perilaku mengakses informasi kesehatan				0,472
Sering	123 (36,7)	88 (71,5)	35 (28,5)	
Jarang	146 (43,6)	112 (76,7)	34 (23,3)	
Sangat jarang	66 (19,7)	46 (69,7)	20 (30,3)	
▪ Perilaku mencari pengobatan				0,687
Ke praktek Dokter/Puskesmas/Klinik Swasta/Rumah Sakit.	112 (33,4)	79 (70,5)	33 (29,5)	
Apotik, Toko Obat/Praktek Mantri/Bidan	177 (52,8)	133 (75,1)	44 (24,9)	
Orang Pintar, Dukun, Ustaz	46 (13,7)	34 (73,9)	12 (26,1)	
<b>Kondisi sanitasi dasar</b>				
▪ Sumber air bersih				0,002*
PDAM	100 (29,9)	83 (33,9)	17 (19,1)	
Sumur	111 (33,1)	85 (34,6)	26 (29,2)	
Sumber lainnya	124 (37,0)	78 (31,7)	46 (51,7)	
▪ Kecukupan air bersih				0,001*
Cukup	60 (17,9)	33 (55,0)	27 (45,0)	
Kurang mencukupi	275 (82,1)	213 (77,5)	62 (22,5)	
▪ Jamban keluarga (JK)				0,667
Saniter	167 (49,9)	119 (71,3)	48 (28,7)	
Tidak saniter	106 (31,6)	80 (75,5)	26 (24,5)	
Tidak memiliki jamban keluarga	62 (18,5)	47 (75,8)	15 (24,2)	
▪ Sarana pembuangan air limbah (SPAL)				0,064
Ada, tertutup	94 (28,1)	75 (30,5)	19 (21,3)	
Tidak ada, terbuka	241 (71,9)	171 (69,5%)	70 (78,7)	
▪ Sarana pembuangan sampah (SPS)				0,361
Ada, kedap air, bertutup dan sampah dibuang ke penampungan besar dibakar/dikubur	55 (16,4)	42 (76,4)	13 (23,6)	
Tidak ada, sampah dibuang di tanah dan dibiarkan terbuka	280 (83,6)	204 (72,9)	76 (27,1)	

**Tabel 1** terlihat bahwa, dari enam aspek perilaku pencegahan dan usaha mencari pengobatan yang di analisis dalam penelitian ini, hanya variabel pencegahan yaitu mencuci tangan dengan air dan sabun pada saat makan atau menyentuh makan yang korelasi dengan kejadian infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*. Korelasi ini merupakan korelasi negatif yang secara deskriptif dapat dijelaskan bahwa dari 92 responden yang menyatakan sering mencuci tangan dengan air mengalir dan sabun pada saat makan atau menyentuh makan, ditemukan sebanyak 34,8% responden yang terinfeksi dengan kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*. Sedangkan dari 243 responden yang menyatakan jarang mencuci tangan dengan air mengalir dan sabun pada saat makan atau menyentuh makan sebanyak hanya 23,5% responden yang terinfeksi dengan kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*. Dua dari Lima aspek sanitasi yang di teliti dalam studi ini, yaitu sumber dan kecupan air bersih diketahui berkorelasi dengan kejadian infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*. Studi aspek sanitasi ini memiliki kesamaan dengan analisis sebelumnya. Dimana, terlihat korelasi negatif pada variabel kecukupan air bersih. Dimana, dari 60 responden atau rumah tangga yang menyatakan cukup memperoleh air bersih ditemukan sebanyak 45.0% responden positif terinfeksi dengan kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*. Sedangkan dari 275 responden atau rumah tangga yang menyatakan kurang cukup memperoleh air bersih ditemukan sebanyak 22,5 % responden yang positif terinfeksi dengan kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*.

## Hasil Prediksi infeksi kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii* berbasis Multiple Machine Learning

Pada penelitian ini kami menggunakan 4 model machine learning:

1. Naïve Bayes
2. Support Vector Machine
3. Decision Tree
4. Gradient Boosting Classifier

Dan kami menggunakan 4 metode data sampling:

1. SMOTE
2. ADASYN
3. Tomek links
4. Borderline SMOTE

Data kami berasal dari survey penelitian sebelum nya mengenai observasi lingkungan hidup, perilaku Kesehatan dan hasil tes lab terhadap kompleks *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*.

Hasil dari training adalah sebagai berikut:

Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE), Adaptive Synthetic (ADASYN), TomekLinks,

Tabel hasil perbandingan training machine learning model dari data kejadian infeksi Eh

Model	Sampler	AUROC	AUPRC	Accuracy	F1	CV Mean	CV Std
DecisionTreeClassifier	TomekLinks	0.811	0.687	0.765	0.636	0.563	0.100
DecisionTreeClassifier	No sampling	0.765	0.664	0.765	0.636	0.543	0.098
DecisionTreeClassifier	ADASYN	0.758	0.619	0.706	0.545	0.621	0.075
GradientBoostingClassifier	No sampling	0.731	0.695	0.647	0.000	0.571	0.059
GradientBoostingClassifier	SMOTE	0.720	0.597	0.647	0.538	0.749	0.135
GaussianNB	No sampling	0.682	0.616	0.647	0.455	0.560	0.059
DecisionTreeClassifier	BorderlineSMOTE	0.680	0.556	0.618	0.552	0.613	0.081
DecisionTreeClassifier	SMOTE	0.680	0.556	0.618	0.552	0.660	0.088
GradientBoostingClassifier	TomekLinks	0.663	0.494	0.647	0.000	0.644	0.056
GradientBoostingClassifier	ADASYN	0.663	0.440	0.618	0.552	0.715	0.134
GaussianNB	TomekLinks	0.652	0.496	0.647	0.538	0.601	0.059
GradientBoostingClassifier	BorderlineSMOTE	0.644	0.433	0.647	0.538	0.742	0.103
SVC	BorderlineSMOTE	0.644	0.527	0.618	0.435	0.768	0.105
SVC	SMOTE	0.625	0.516	0.647	0.500	0.772	0.100
SVC	ADASYN	0.621	0.470	0.588	0.364	0.740	0.094
GaussianNB	SMOTE	0.614	0.560	0.588	0.462	0.678	0.131
SVC	No sampling	0.610	0.475	0.618	0.480	0.564	0.097
GaussianNB	BorderlineSMOTE	0.598	0.501	0.618	0.480	0.672	0.136
SVC	TomekLinks	0.591	0.375	0.588	0.500	0.631	0.064
GaussianNB	ADASYN	0.576	0.453	0.588	0.462	0.679	0.140

Dalam menganalisis hasil penelitian ini, kita akan melihat beberapa metrik kinerja utama: Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (AUROC), Area Under the Precision Recall Curve (AUPRC), Accuracy, F1 Score, dan rata-rata Cross Validation (CV Mean) dengan Standar Deviasi Cross Validation (CV Std).

1. **AUROC (Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve):** Metrik ini mengukur seberapa baik model dapat membedakan antara dua kelas. Nilai yang lebih tinggi berarti model memiliki kinerja yang lebih baik. Model DecisionTreeClassifier dengan metode sampling TomekLinks memiliki AUROC tertinggi (0.811), **yang menunjukkan bahwa model ini paling baik dalam membedakan antara individu yang terinfeksi dan yang tidak terinfeksi.**
2. **AUPRC (Area Under the Precision-Recall Curve):** Metrik ini juga mengukur kemampuan model dalam membedakan antara dua kelas, tetapi lebih fokus pada kelas positif. Model DecisionTree Classifier dengan metode sampling TomekLinks memiliki AUPRC tertinggi (0.687), **yang menunjukkan model ini paling baik dalam memprediksi infeksi Entamoeba.**
3. **Accuracy:** Metrik ini mengukur seberapa sering model membuat prediksi yang benar. Dua model (DecisionTreeClassifier dengan metode sampling TomekLinks dan No sampling) memiliki Accuracy tertinggi (0.765), **yang menunjukkan bahwa model ini paling sering membuat prediksi yang benar dibandingkan dengan model lainnya.**
4. **F1 Score:** Metrik ini adalah rata-rata harmonik dari precision dan recall. Nilai yang lebih tinggi berarti model memiliki kinerja yang lebih baik dalam menyeimbangkan precision dan recall. Model DecisionTreeClassifier dengan metode sampling TomekLinks dan No sampling memiliki F1 Score tertinggi (0.636), yang menunjukkan bahwa model ini memiliki keseimbangan terbaik antara precision dan recall.
5. **CV Mean dan CV Std:** Metrik ini mengukur seberapa stabil performa model melalui berbagai iterasi cross validation. Model dengan CV Mean yang lebih tinggi dan CV Std yang lebih rendah dianggap lebih stabil. Model SVC dengan metode sampling SMOTE memiliki CV Mean tertinggi (0.772) dan model DecisionTreeClassifier dengan metode sampling TomekLinks memiliki CV Std terendah (0.100), yang menunjukkan bahwa model ini memiliki kinerja yang paling stabil melalui berbagai iterasi cross validation.

Secara keseluruhan, berdasarkan metrik-metrik di atas, model DecisionTree Classifier dengan metode sampling TomekLinks tampaknya memberikan performa terbaik dalam memprediksi insiden infeksi Entamoeba. Namun, perlu diingat bahwa metrik yang tepat untuk diprioritaskan dapat bervariasi tergantung pada konteks penelitian dan potensi trade off antara metrik. Misalnya, dalam beberapa kasus, Anda mungkin ingin memprioritaskan recall (untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin kasus positif) di atas precision (untuk menghindari false positives), atau sebaliknya.

## Daftar pustaka

- Amin, Hersh Ahmad, and Shahnaz Abdulkader Ali. "Evaluation of Different Techniques of Stool Examination for Intestinal Parasitic Infections in Sulaimani City - Iraq." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4, no. 5 (2015): 991–96.
- Birawida, Agus Bintara, Erniwati Ibrahim, Anwar Mallongi, Alif Alliullah Al Rasyidi, Yahya Thamrin, and Nurul Aqilah Gunawan. "Clean Water Supply Vulnerability Model for Improving the Quality of Public Health (Environmental Health Perspective): A Case in Spermonde Islands, Makassar Indonesia." *Gaceta Sanitaria* 35 (2021): S601–3. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2021.10.095>.
- Directorate of Small Islands Empowerment. "Weh." Directorate of Small Islands Empowerment, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Jakarta, Indonesia, 2017. [http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public\\_c/pulau\\_info/1142](http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/1142).
- Gani, Ascobat, and Meiwita P. Budiharsana. "The Consolidated Report on Indonesia Health Sector Review 2018." *Ministry of National Development Planning of the Republic of Indonesia*, 2019, 56.
- Garcia, Lynne S., Michael Arrowood, Evelyne Kokoskin, Graeme P. Paltridge, Dylan R. Pillai, Gary W. Procop, Norbert Ryan, Robyn Y. Shimizu, and Govinda Visvesvara. "Laboratory Diagnosis of Parasites from the Gastrointestinal Tract." *Clinical Microbiology Reviews* 31, no. 1 (2018). <https://doi.org/10.1128/CMR.00025-17>.
- Hal, S. J., Stark, D. J., Fotedar, R., Marriott, D., Ellis, J. T., & Harkness, J. L. van. "Amoebiasis: Current Status in Australia." *Medical Journal of Australia* 186, no. 8 (2007): 412–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2007.tb00975.x>.
- Ishartadiati, K. "Protozoa and Bacteria Found on the Body of Flies at the Surabaya Market." *ADOC.PUB*, 2009. <https://adoc.pub/pendahuluan-bahan-dan-cara-kerja.html>.
- Juriah, NM (Nully), M. (Murdani) Abdullah, I. (Inge) Sutanto, K. (Khie) Chen, and V. (Vera) Yuwono. "Intestinal Amebiasis: Diagnosis and Management." *Indonesian Journal of Gastroenterology, Hepatology, and Digestive Endoscopy* 6 (2005): 80–85. <https://www.neliti.com/id/publications/67056/>.
- Nasrallah, Jade, Mohammad Akhoundi, Djamel Haouchine, Anthony Marteau, Stéphane Mantelet, Philippe Wind, Robert Benamouzig, Olivier Bouchaud, Robin Dhote, and Arezki Izri. "Updates on the Worldwide Burden of Amoebiasis: A Case Series and Literature Review." *Journal of Infection and Public Health* 15, no. 10 (2022): 1134–41. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2022.08.013>.
- National Institutes of Health (NIH). "NIAID Biodefense Research Agenda for Category B and C Priority Pathogens Progress Report." *NIAID BIODEFENSE Preparing Through Research*, 2004, 1–72. [https://www.niaid.nih.gov/sites/default/files/category\\_bc\\_progress\\_report.pdf](https://www.niaid.nih.gov/sites/default/files/category_bc_progress_report.pdf).
- Shirley, Debbie-ann, Chien-ching Hung, and Shannon Moonah. *Intestinal and Genital Infections. Entamoeba Histolytica (Amebiasis)*. Elsevier Inc., 2015. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55512-8.00094-6>.
- Soares, Neci M., Helen C. Azevedo, Flávia T.F. Pacheco, Joelma N. De Souza, Rodrigo P. Del-Rei, Márcia C.A. Teixeira, and Fred L.N. Santos. "A Cross-Sectional Study of Entamoeba Histolytica/Dispar/Moshkovskii Complex in Salvador, Bahia, Brazil." *BioMed Research International* 2019 (2019). <https://doi.org/10.1155/2019/7523670>.
- ThermoFisher Scientific. "Wheatley Trichrome Stain." *ThermoFisher Scientific*, 2021, 1–2. <https://www.thermofisher.com/search/results?query=WheatleyTrichromeStain&persona=DocSupport>.

