



Surveilans Polio Lingkungan Untuk Memonitor Sirkulasi *Vaccine Derived Poliovirus (VDPV)*

Nike Susanti^{1*}, Herna¹, Mursinah¹

¹ Puslitbang Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Balitbangkes
nikesusanti74@gmail.com*

Abstrak

Kata kunci:

polio environmental Surveillance, vaccine derived poliovirus, polio outbreak

Polio immunization program using oral polio virus vaccine (OPV) succeed in stopping more than 99% of the poliovirus circulation in the world . Despite the advantages, OPV has a negative impact as source of vaccine derived poliovirus (VDVP) which cause paralysis. VDPV circulates in the environment and cause the outbreak after eradication. The poliovirus circulation in the environment should be monitored through surveillance from wastewater containing human feces both from wastewater treatment plants (WWTP) or open canal. The wastewater samples are examined using the WHO guidelines. Literature review using electronic database in google scholar with keywords "Environmental surveillance and VDVP outbreak" that published in 2010-2020. The aim of this study is to identify type of VDPV circulated globally, countries with VDPV and strategy to detect VDPV in environment. Until 2019-2020, VDPV type 2 frequently occurred than type 1 and 3. There are 26 countries found VDPV globally. Location, method of sample collection, sample management and laboratory capacity have very important role for successfulness of environmental surveillance to detect VDPV. Poliovirus circulation including VDPV can be monitored through Polio environmental surveillance.

How to Cite: Susanti, N., herna H., & Mursinah, M. (2020). Surveilans Polio Lingkungan Untuk Memonitor Sirkulasi Vaccine Derived Poliovirus (VDPV). *Prosiding Seminar Nasional Sains 2020*, 1 (1): 169-175.

PENDAHULUAN

Virus polio merupakan virus golongan *entrovirus* yang bereplikasi di usus manusia dan menyerang sistem syaraf hingga dapat menyebabkan kelumpuhan. Virus ini umumnya menyerang anak-anak dan dapat dicegah dengan pemberian immunisasi. Terdapat dua jenis vaksin yang dapat digunakan pada program immunisasi polio secara rutin yaitu *Oral Polio Vaccine (OPV)* yang mengandung virus polio yang dilemahkan dan *Inactivated Polio Vaccine (IPV)* yang mengandung virus polio yang telah diinaktivasi. Virus polio yang terdapat pada vaksin akan mengalami siklus hidup yang sama di dalam tubuh seperti saat terinfeksi virus polio liar dan mengalami mutasi ketika bereplikasi di usus manusia (*Vaccine Derived Poliovirus/VDPV*). Mutasi virus ini dapat merubah virulensi virus polio dari vaksin dan menyebabkan kelumpuhan sama seperti virus polio liar. Virus yang telah mengalami mutasi ini dikeluarkan melalui tinja dan dapat menginfeksi manusia dan menyebabkan wabah. Wabah VDPV tipe 1 pernah terjadi di Indonesia pada tahun 2005 di Madura (Cencetion F.E, dkk, 2008) dan di Papua pada tahun 2019 (who,2019). Myanmar dan Papua Nugini juga melaporkan temuan kasus cVDPV tipe 1 periode tahun 2018-2019 (Jaume Jorba,2019).

Saat ini virus polio liar tipe 2 sudah tidak ditemukan lagi dan telah dieradikasi pada Maret 2015 dan virus polio tipe 3 telah dieradikasi pada tahun 2019. Seiring dengan eradikasi virus polio tipe 2 terjadi perubahan pemberian vaksin pada program immnusasi polio dari *trivalent OPV* yang

mengandung virus polio tipe 1,2 dan 3 menjadi *biOPV* dengan menghilangkan komponen virus polio tipe 2. Sejak virus polio tipe 2 ditarik dari program imunisasi rutin terjadi wabah kelumpuhan yang disebabkan oleh infeksi VDPV tipe 2 pertama kali dilaporkan di Syria. (Chukwuma, 2018), Hingga 2020 Wabah VDPV tipe 2 dilaporkan di beberapa negara di dunia. (Mary M. Alleman, PhD, 2020).

Sirkulasi virus polio termasuk VDPV dapat dideteksi melalui surveilans *Acute Flaccid Paralysis* (AFP) dengan melakukan pengawasan rutin terhadap anak-anak di bawah 15 tahun. Setiap anak yang mengalami kelumpuhan diambil sampel tinjanya dan dilakukan pemeriksaan laboratorium (WHO, 2018). Tidak semua anak yang terinfeksi VDPV mengalami gejala kelumpuhan dan semua anak yang terinfeksi dengan atau tanpa gejala kelumpuhan akan mengeluarkan virus melalui tinja dan mencemari lingkungan. Untuk itu diperlukan surveilans penunjang untuk mendeteksi sirkulasi virus polio/VDPV di lingkungan melalui surveilans polio lingkungan pada limbah yang terkontaminasi tinja manusia (Shulman LM, 2013). Pemeriksaan rutin pada limbah yang berasal dari Sistem Pengolahan Limbah Terpadu atau aliran air lainnya yang diyakini mengandung tinja manusia dilakukan secara rutin (WHO, 2003).

Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis virus polio dari vaksin (VDPV) yang masih bersirkulasi di dunia, negara dengan VDPV dan identifikasi strategi untuk dapat melakukan deteksi VDPV pada lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi review literatur pada jurnal-jurnal yang dipublikasikan tahun 2010-2020 dengan menggunakan database google dan Google Scholars dengan menggunakan kata kunci *vaccine derived poliovirus, polio outbreak, environmental surveillance*. Penelitian ini akan membahas metoda pengambilan sampel, transportasi sampel dan pemeriksaan laboratorium yang telah dilakukan di negara-negara yang telah bebas dari virus polio dan negara endemis poli. Kriteria inklusi pada studi ini yaitu jurnal riset yang menjelaskan tentang teknik, strategi dan keberhasilan dalam pendeteksian *vaccine derived poliovirus* dan virus polio melalui surveilans polio lingkungan. Kriteria eksklusi yaitu jurnal yang tidak menjelaskan teknik yang digunakan dalam implementasi surveilans polio lingkungan dan jurnal yang terbit lebih dari 10 tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 25 jurnal yang berhasil ditelusur dan hanya 3 jurnal yang merupakan hasil penelitian di Indonesia. Dari berapa artikel yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 17 jurnal, dua jurnal merupakan penelitian di Indonesia dan sisanya merupakan jurnal dari negara lainnya. Semua jurnal berbahasa Inggris.

a. Distribusi kasus VDPV di dunia

Review ini mendapatkan data bahwa sirkulasi VDPV selalu ditemukan sepanjang tahun di beberapa negara di dunia. Tabel 1 menggambarkan sirkulasi VDPV di seluruh dunia selama 3 tahun terakhir.

Tabel 1. Sebaran kasus VDPV global periode Januari 2017 – Februari 2020

Negara	Januari 2017 - Juni 2018			Juni 2018 - Juni 2019			Juli 2019 - Feb 2020			
	Tipe Virus	Jumlah Isolat Dari		Tipe Virus	Jumlah Isolat Dari		Tipe Virus	Jumlah Isolat Dari		
		Surv pada VDPV	Surv AFP		Surv Lingkungan	Surv pada VDPV		Surv AFP	Surv Lingkungan	Surv Lingkungan (Tgl Onset <AFP)
Afghanistan							2	0	10	0
Angola				2	4	0	2	136	27	0
Benin				2	1	0	2	8	0	0
Burkina Faso							2	1	0	0
Kamerun				2	0	0	2	1	3	3
Republik Afrika Tengah				2	4	0	2	17	20	0
Chad							2	13	12	0
China							2	0	0	0
Côte d'Ivoire (Afrika)				2	1	1	2	1	31	0
Republik Demokratik Kongo	2	33	0	2	42	0	2	69	6	0
Ethiopia				2	1	1	2	17	1	0
Ghana				2	0	1	2	24	50	0
Indonesia				1	1	0				
Kenya	2	0	2	2	0	2				
Malaysia							2	0	2	0
							1	3	8	0
Mozambique				2	1	0				
Myanmar				1	3	0	1	2	0	0
Nigeria	2	4	35	2	49	100	2	4	8	0
Niger				2	11	0				
Pakistan							2	45	72	0
Papua Nugini	1	3	0	1	26	7				
Filipina							2	14	30	0
							1	1	22	0
Somalia	2	2	16	2	10	24	2	0	10	0
	3	3	9	3	7	12				
Syria	2	74	0							
Togo (di Afrika Barat)							2	14	0	0
Zambia							2	2	0	0

Sumber : (Jaume Jorba, 2018 ; Jaume Jorba, 2019 ; Mary M. Alleman, 2020)

Tabel 1 menunjukkan ketiga tipe virus polio yang bermutasi (VDPV 1-3) ditemukan hampir setiap tahun dan VDPV tipe 2 lebih sering ditemukan dibanding kedua tipe virus lainnya. Di dunia virus polio tipe 2 telah dieradikasi tahun 2015 dan pemberian vaksin tipe 2 telah dihentikan sejak april 2016 untuk menghindari munculnya sirkulasi VDPV tipe 2. Setelah penghentian pemberian vaksin polio tipe 2 pada bulan April 2016, diharapkan virus polio tipe 2 sudah tidak ditemukan bersirkulasi di lingkungan.

Berdasarkan data pada tabel 1 setiap tahun terjadi penambahan negara baru dengan sirkulasi VDPV tipe 2. Pada tahun 2017-2018, VDPV ditemukan di enam negara, meningkat menjadi 17 negara pada 2018-2019 hingga tahun 2020 terdapat 26 negara melaporkan adanya sirkulasi dan wabah VDPV. Negara dengan VDPV mayoritas berada di Afrika dan 6 negara di Asia (Indonesia, Malaysia, Pakistan, Papua Nugini, Filipina dan Cina). Wabah VDPV tipe 2 muncul di negara yang sebelumnya telah dinyatakan bebas dari virus polio seperti Syria.

Ketika terjadi wabah lumpuh layuh disebabkan infeksi VDPV maka tingkat infeksi sebenarnya adalah lebih tinggi dari kasus lumpuh layuh yang yang dilaporkan (Lodder WJ, 2012). Tidak semua infeksi virus polio menimbulkan gejala kelumpuhan, >99% individu yang terinfeksi tidak menunjukkan gejala kelumpuhan tapi mensekresikan virusnya ke lingkungan melalui tinja. (Jose E Hagan, 2015). Pemeriksaan virus polio pada limbah yang terkontaminasi tinja diperlukan untuk mendeteksi sirkulasi polio di lingkungan.

b. Keberhasilan deteksi VDPV di lingkungan

Surveilans polio lingkungan yang berhasil mendeteksi adanya sirkulasi VDPV di lingkungan baik di negara endemis seperti Afganistan dan Pakistan dan juga di negara-negara yang telah dinyatakan bebas dari virus polio ditampilkan pada tabel 1. Saat ini tersisa dua negara endemis virus polio liar yaitu Pakistan dan Afganistan. Nigeria yang juga merupakan negara

endemis telah dikeluarkan dari list negara endemis karena lebih dari 2 tahun sudah tidak ditemukan sirkulasi virus polio liar. Kasus virus polio liar terakhir ditemukan di Nigeria pada 21 Agustus 2016 (GPEI,2019). Sirkulasi VDPV melalui surveilans polio lingkungan juga ditemukan di negara yang telah bebas dari virus polio seperti di Mesir (Soile Blomqvist, 2012 ; Aarti Garg,2018 ; Lodder WJ, 2012).

Surveilans polio lingkungan juga berhasil mendeteksi adanya sirkulasi VDPV sebelum munculnya kasus lumpuh seperti yang terjadi di Kamerun. Surveilans Polio lingkungan juga berhasil mendeteksi adanya sirkulasi VDPV meskipun kasus lumpuh layuh akibat VDPV tidak ditemukan misalnya di Kenya, Ghana, Afganistan, Malaysia dan Somalia. Tidak semua negara berhasil mendeteksi sirkulasi VDPV di lingkungan seperti Papua Nugini, Indonesia, Syria, Benin, Burkina, Myanmar, Togo dan Zambia. Tidak semua negara dengan wabah VDPV melaporkan secara rinci tentang kegiatan surveilans lingkungan.

Beberapa hal yang mempengaruhi keberhasilan pendeteksian VDPV di lingkungan :

a. Lokasi Pengambilan Sampel

Pemilihan lokasi pengambilan sampel sangat penting dalam penentuan keberhasilan pendeteksian VDPV dan memberikan data yang menggambarkan kondisi yang tepat di suatu wilayah. Lokasi yang memiliki resiko tinggi seperti wilayah yang memiliki riwayat terjadi sirkulasi virus polio, berbatasan dengan wilayah yang endemis virus polio, wilayah yang memiliki riwayat importasi virus, dan wilayah yang merupakan *silent area* karena lemahnya sistem surveilans AFP di wilayah tersebut. Ketika memilih lokasi pengambilan sampel harus diperhatikan sistem pembuangan limbah rumah tangga. Sistem pembuangan terpadu dari wilayah dengan populasi penduduk tinggi akan dapat mewakili keadaan sirkulasi virus polio di wilayah tersebut. Selain itu perlu diperhatikan adanya cemaran bahan kimia dari limbah industri yang dapat menginaktivasi virus polio. Lokasi pengambilan sampel yang tidak terlalu jauh dari laboratorium rujukan juga perlu diperhatikan agar (Duintjer Tebbens RJ, 2017 ; Ticha Johnson Muluh, 2015 ; Tori L. Cowger, 2017 ; Nicksy Gumedde, 2018 ; Hovi T, 2012, Humayun Asghar, 2012).

Tidak semua wilayah dengan resiko tinggi memiliki kriteria ideal sebagai lokasi pengambilan sampel polio lingkungan. Beberapa wilayah seperti Papua dimana jumlah penduduk sangat sedikit dan hidup terpencar sangat sulit menemukan lokasi dengan jumlah penduduk ideal sesuai *guidelines* WHO (WHO,2003). Selain itu sistem pembuangan yang tidak saling terhubung membuat sulit untuk mendapatkan sampel yang mewakili suatu wilayah. Pemeriksaan sampel yang berasal dari pengolahan limbah terpadu lebih sensitif dibandingkan aliran air terbuka (nike, 2010).

b. Metoda pengambilan sampel

Semua negara dengan kasus VDPV melakukan pengambilan sampel menggunakan metoda grab yaitu pengambilan sampel dengan menciduk air. Alat pengambil sampel berbeda-beda untuk setiap negara tetapi memiliki kriteria yang ditetapkan WHO. Metoda ini lebih banyak digunakan karena lebih mudah dan lebih sensitif dalam menangkap virus (Graciela Matrajt ,2018). Selain itu pengambilan sampel menggunakan *bag-mediated filtration system* (BMFS) telah di uji coba di Kenya dan Pakistan. Metoda ini lebih mudah karena hanya memerlukan filter hasil penyaringan limbah ke laboratorium pemeriksa. Uji coba ini menunjukkan tidak ada perbedaan hasil yang bermakna bermakna antara BMFS dengan metoda grab (Nicolette A. Zhou, 2019 ; Nicolette A. Zhou, 2019)..

Umumnya setiap wilayah melakukan pengambilan sampel sekali dalam setiap bulan, tetapi untuk kondisi tertentu pengambilan sampel bisa dilakukan setiap minggu atau dua minggu. Pengambilan sampel yang dilakukan Papua Nugini dilakukan setiap 2 minggu. Indonesia juga umumnya melakukan pengambilan sampel setiap bulan, tetapi untuk wilayah DKI Jakarta pengambilan sampel dilakukan setiap 2 minggu mengingat wilayah ini memiliki jumlah penduduk yang padat dan perpindahan penduduk yang cukup tinggi. (Mathias Bauri, 2018 ; WHO, 2019, Humayun Asghar, 2012)

c. Waktu Pengambilan Sampel

Umumnya pengambilan sampel dilakukan dini hari disaat matahari belum terlalu terik. Pengambilan sampel sebaiknya dilakukan di saat puncak aktivitas rumah tangga. Beberapa pendekatan dapat dilakukan dengan melakukan observasi terhadap aliran air limbah dan aktivitas masyarakat di suatu wilayah. Jarak dan derasnya aliran air dari suatu pemukiman ke lokasi pengambilan sampel juga harus diperhatikan, sehingga dapat diperkirakan waktu limbah yang mengandung tinja manusia mengalir di lokasi pengambilan sampel. (Steve J,2012; Bambang, 2018 ; Nike, 2020 ; Hovi T, 2012). Pengambilan sampel pada siang hari disaat matahari sangat terik tidak disarankan karena suhu yang tinggi dapat menginaktivasi virus polio. (Steve J,2012 ; Graciela Matrajt ,2018).

d. Transportasi Sampel

Pengiriman spesimen hingga tiba di laboratorium dengan kondisi yang dingin juga memnetukan keberhasilan pendeteksian VDPV pada sampel limbah. Papua Nugini membekukan sampel limbah sebelum dikirim ke laboartorium rujukan di Filiphina. Hal ini dapat membantu stabilitas virus polio dan virus polio berhasil dideteksi. (WHO, 2019 ; Steve J,2012 ; Hovi T, 2012).

e. Kemampuan Laboratorium

Penentuan lokasi dan jumlah lokasi pengambilan sampel juga harus memperhatikan kemampuan laboratorium rujukan. Peralatan dan sumber daya manusia menentukan kemampuan laboratorium dalam memeriksa sampel lingkungan. Petugas yang terlatih, jumlah petugas dan peralatan harus sesuai dengan jumlah sampel yang akan diperiksa (Nicksy Gumedé, 2018 ; Duintjer Tebbens RJ, 2017).

f. Metoda mendapatkan virus dari lingkungan

Ada beberapa metoda yang dapat digunakan untuk mendapatkan virus dari sampel limbah, Pemisahan dua fase, Filtrasi, *Electropositive-charged Filter*, dan *Electronegative-charged Filters*. Metoda presipitasi dengan pemisahan dua fase adalah yang paling umum dilakukan (Graciela Matrajt ,2018). Filtrasi, *Electropositive-charged filter* digunakan di Jepang (Tomofumi Nakamura,2015)

PENUTUP

Surveilans Polio lingkungan sangat membantu dalam mendeteksi adanya sirkulasi virus polio termasuk VDPV. Hingga tahun 2019-2020 VDPV tipe 2 lebih sering ditemukan dibanding VDPV 1 dan 3, VDPV 1-3 terjadi di 26 negara (20 negara Afrika dan 6 negara Asia). Pemilihan lokasi dan metoda pengambilan yang tepat, manajemen sampel yang baik dengan memperhatikan kondisi rantai dingin serta kemampuan laboratorium pemeriksa yang baik sangat menentukan keberhasilan surveilans polio lingkungan. Surveilans polio lingkungan masih harus ditingkatkan untuk mendapatkan hasil yang menggambarkan kondisi sirkulasi virus yang mendekati keadaan sebenarnya

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada peneliti dan litkayasa di Laboratorium Virologi Puslitbang Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan Badan Litbang Kesehatan. .

DAFTAR PUSTAKA

- Jaume Jorba, PhD, Ousmane M. Diop, PhD, Jane Iber, MSc,dkk, (2018), Update on Vaccine-Derived Polioviruses — Worldwide, January 2017–June 2018, MMWR, Vol. 67, No. 42.
- Jaume Jorba, PhD, Ousmane M. Diop, PhD, Jane Iber, MSc, dkk, (2019), Update on Vaccine-Derived Poliovirus Outbreaks —Worldwide, January 2018–June 2019, MMWR, Vol. 68, No. 45.

- Mary M. Alleman, PhD, Jaume Jorba, PhD, Sharon A. Greene, PhD, dkk, (2020), Update on Vaccine-Derived Poliovirus Outbreaks — Worldwide, July 2019–February 2020, *MMWR*, Vol. 69, No. 16.
- Conception F Estivariz, Margaret A. Watkins, Darmawali Handokoe, dkk, (2008), A large VDPV Outbreak on Madura Island Indonesia. *Journal Infectious Diseases*; 197:347–54
- WHO, (2019), Circulating vaccine-derived poliovirus type 1 – Indonesia Disease outbreak news, diunduh di <https://www.who.int/csr/don/27-february-2019-polio-indonesia/en/> pada 12 Mei 2020.
- Chukwuma Mbaeyi, DDS, Zubair Mufti Wadood, MD, Thomas Moran, Mjourn, dkk, (2018), Strategic Response to an Outbreak of Circulating Vaccine-Derived Poliovirus Type 2 — Syria, 2017–2018, *MMWR*, Vol. 67, No. 24.
- WHO, (2018), a summary of WHO global poliomyelitis surveillance guidance. Diunduh di: <http://polioeradication.org/tools-and-library/resources-for-polio-eradicators/gpei-tools-protocols-and-guidelines/>, pada 12 Mei 2020.
- Shulman LM, Martin J, Sofer D, dkk, (2015), Genetic analysis and characterization of wild poliovirus type 1 during sustained transmission in a population with >95% vaccine coverage, Israel 2013. *Clin Infect Dis*; 60:1057–6.
- WHO, (2003), Guidelines for environmental surveillance of poliovirus circulation.
- José E. Hagan, MD, Steven G.F. Wassilak, MD, Allen S. Craig, dkk, (2015). Progress Toward Polio Eradication — Worldwide, 2014–2015, *Morbidity and Mortality Weekly Report*. ; 64 (19).
- Lodder WJ, Buisman AM, Rutjes SA, Heijne JC, Teunis PF, de Roda Husman AM, (2012), Feasibility of quantitative environmental surveillance in poliovirus eradication strategies. *Appl Environ Microbiol*. 78(11): 3800–5. doi:10.1128/AEM.07972-11.
- GPEI, 2019, Nigeria Three Years Free from Wild Poliovirus, A milestone in an ongoing journey to achieve global polio eradication. Di unduh di <http://polioeradication.org/news-post/nigeria-three-years-free-from-wild-poliovirus/> pada 13 Mei 2020.
- Soile Blomqvist, Laila El Bassioni, Eman M. El Maamoon Nasr, dkk, (2012), Detection of Imported Wild Polioviruses and of Vaccine-Derived Polioviruses by Environmental Surveillance in Egypt, *Applied and Environmental Microbiology* p. 5406–5409, Volume 78 Number 15.
- Aarti Garg, Sirima Pattamadilok, Sunil Bahl, (2018), Successes and challenges of expansion of environmental poliovirus surveillance in the WHO South-East Asia Region, *WHO South-East Asia Journal of Public Health* | September 2018 | 7(2).
- Duintjer Tebbens RJ, Zimmermann M, Pallansch MA, Thompson KM. (2017) Insights from a systematic search for information on designs, costs, and effectiveness of poliovirus environmental surveillance systems. *Food Environ Virol*. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s12560-017-9314-4>. Accessed 8 September 2017.].
- Ticha Johnson Muluh, Abdullahi Walla Hamisu, Kehinde Craig, dkk, Contribution of Environmental Surveillance Toward Interruption of Poliovirus Transmission in Nigeria, 2012–2015, *The Journal of Infectious Diseases*® 2016;213(S3):S131–5.
- Tori L. Cowger, Cara C. Burns, Salmaan Sharif, 2017, The role of supplementary environmental surveillance to complement acute flaccid paralysis surveillance for wild poliovirus in Pakistan – 2011–2013, *PLOS ONE*, <https://doi.org/10.1371/journal>.
- Bambang Heriyanto, Nike Susanti, and Vivi Setiawaty. Characterization and Identification of Poliovirus from the Environment in Indonesia 2015. *Bali Medical Journal* .2018; 7(3) : 539-543.
- Nike Susanti, Herna, Nelly Puspadari, dan Sinta Purnamawati, (2020) Progress and Challenges of Polio Environmental Surveillance in Indonesia, *Proceedings of the 4th International Symposium on Health Research (ISHR 2019)*. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.200215.038>
- Nicksy Gumede, Joseph Okeibunor, Ousmane Diop, dkk Progress on the Implementation of Environmental Surveillance in the African Region, 2011-2016, *J Immunol Sci*. 2018 August 2; Suppl(4): 24–30.

- WHO, 2019, Papua New Guinea Polio Outbreak Response Report for 2018, diunduh di <https://www.who.int/papuanewguinea/news/detail/25-03-2019-papua-new-guinea-polio-outbreak-response-report-for-2018-published>, pada 15 Mei 2020
- Graciela Matrajt, Brienna Naughton, Ananda S. Bandyopadhyay, and John Scott Meschke,(2018), A Review of the Most Commonly Used Methods for Sample Collection in Environmental Surveillance of Poliovirus, *Clinical Infectious Diseases*;67(S1):S90–7.
- Nicolette A. Zhou, Christine S. Fagnant-Sperati, dkk (2019), Feasibility of the Bag-Mediated Filtration System for Environmental Surveillance of Poliovirus in Kenya, *Food and Environmental Virology* volume 12, pages35–47.
- Nicolette A. Zhou, Christine S. Fagnant-Sperati, (2018) dkk, Evaluation of the bag-mediated filtration system as a novel tool for poliovirus environmental surveillance: Results from a comparative field study in Pakistan, *PLOS ONE*.
- Mathias Bauri, MPH, MBA, Amanda L. Wilkinson, PhD, Berry Ropa, MPH, dkk, Circulating Vaccine-Derived Poliovirus Type 1 and Outbreak Response — Papua New Guinea, 2018, *MMWR / February 8, 2019 / Vol. 68 / No. 5*.
- Steve J. KroissID, Maiwand Ahmadzai , Jamal Ahmed, dkk, (2018), Assessing the sensitivity of the polio environmental surveillance system, *PLOS ONE*, | <https://doi.org/10.1371/journal>.
- T. Hovi, L. M. Shulman, H. Van Der Avoort, dkk, (2012), Role of environmental poliovirus surveillance in global polio eradication and beyond. *Epidemiol. Infect.*, 140, 1–13.
- Humayun Asghar, Ousmane M. Diop, Goitom Weldegebriel, dkk, (2014),Environmental Surveillance for Polioviruses in the Global Polio Eradication Initiative, *The Journal of Infectious Diseases*, Volume 210, Issue suppl_1, Pages S294–S303, <https://doi.org/10.1093/infdis/jiu384>.
- Tomofumi Nakamura, Mitsuhiro Hamasaki, Hideaki Yoshitomi, dkk, (2015), Environmental Surveillance of Poliovirus in Sewage Water around the Introduction Period for Inactivated Polio Vaccine in Japan, *Applied and Environmental Microbiology*, Volume 81 Number 5.