



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III
Kualitas Sumberdaya Manusia
“Refleksi Budaya Kemajapahitan: *SDM Unggul Menuju Indonesia Emas 2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan*”

Morfologi Bakteriofag yang Diisolasi Dari Limbah Rumah Burung Walet

Ainaya Hasna Salsabila¹, Siti Gusti Ningrum^{2*}, Kurnia Desiandura³
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya^{1,2,3}
*email korespondensi penulis: sitiningrum@uwks.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Minat terhadap sarang burung walet meningkat karena dianggap meningkatkan imunitas. Untuk memastikan kualitasnya, perlu dilakukan pengendalian kualitas agar sarang burung walet aman dikonsumsi. Kontaminasi bisa terjadi melalui kontak burung walet, feses, hama, atau lingkungan sekitar. Bakteriofag yang merupakan virus yang menginfeksi bakteri, dapat menjadi alternatif untuk mengontrol bakteri. Oleh karena itu penelitian tentang morfologi bakteriofag dari limbah burung walet penting untuk dilakukan. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dari bakteriofag yang menginfeksi bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* yang diisolasi dari limbah rumah burung walet. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah deskriptif. Bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* dikultur dengan mengambil koloni bakteri yang telah tumbuh pada media BHIA lalu dicampur ke dalam BHIB dan diinkubasi. *Spot test* dilakukan dengan mencampurkan 500 µl bakteri dan TSA semisolid lalu dituangkan ke media TSA kemudian filtrat bakteriofag di teteskan sebanyak 10 µl dan diinkubasi. Setelah zona bening muncul maka dilakukan *plaque assay* dengan pengenceran 10^{-1} – 10^{-10} kemudian masing-masing pengenceran dicampur ke TSA semisolid lalu dituangkan ke TSA dan diinkubasi pada suhu 30C°. *Picking plaque* dilakukan dengan mengambil *single plaque*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteriofag yang diisolasi dari limbah rumah burung walet memiliki morfologi yang *clear* dan dapat melisis bakteri *Stenotrophomonas maltophilia*. **Kesimpulan:** Bakteriofag yang diisolasi dari limbah rumah burung walet memiliki tipe *clear* yang dapat melisis bakteri *Stenotrophomonas maltophilia*.

Kata kunci : Bakteriofag, morfologi bakteriofag, *Stenotrophomonas maltophilia*

PENDAHULUAN

Sarang burung walet memiliki peminat yang cukup banyak dan dipercaya mampu meningkatkan imunitas (Ningrum, 2021). Dengan meningkatnya permintaan sarang burung walet, maka pengendalian kualitas harus dilakukan untuk memastikan nilai gizi, kandungan bahan konsumsi sarang burung walet yang aman. Studi pada sarang burung walet dalam beberapa dekade terakhir menyelidiki mengenai meningkatnya nilai gizi, kandungan bahan pemalsuan dan kontaminasi mikroba (Lee T.H, et al., 2021).

Kontaminasi pada sarang burung walet dapat diperoleh dari kontak langsung antar burung walet, kontaminasi dari feses walet, hama maupun lingkungan (Ardiansyah dkk., 2023). Jika bakteri di lingkungan ada dalam jumlah yang besar maka dapat dipastikan bakteriofag berada dalam lingkungan tersebut. Bakteri akan



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III

Kualitas Sumberdaya Manusia

“Refleksi Budaya Kemajapahitan: *SDM Unggul Menuju Indonesia Emas 2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan*”

menjadi tempat tumbuh dan berkembang biak bagi bakteriofag (Jatmiko dkk., 2018).

Bakteriofag adalah virus yang menginfeksi bakteri. Bakteriofag dapat menginfeksi dan melisiskan sel bakteri dengan melepaskan materi genetiknya ke dalam sitoplasma sel bakteri yang bersifat spesifik untuk strain bakteri tertentu, atau untuk beberapa strain bakteri sekaligus (Lin et al., 2017). Bakteriofag secara umum memiliki peluang alternatif dalam mengontrol bakteri (Sillankorva et al, 2012). Berdasarkan penguraian diatas maka, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai morfologi bakteriofag yang diisolasi dari limbah rumah burung walet.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini di laksanakan Laboratorium Bakteriologi, Kelompok Riset Pemulihan Mikrobiologis, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Cibinong, Jawa Barat pada bulan Maret 2024.

2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gloves, spidol, gelas objek, mikroskop cahaya, batang ose, bunsen, incubator, cawan petri, mikropipet, tip, tabung reaksi, tube 1,5ml, rak tabung reaksi dan rak microtube, erlenmeyer, laminarairflow, vortex, filter, spuid dan incubator. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tanah, BHIB (*Brain Heart Infusion Broth*), BHIA (*Brain Heart Infusion Agar*), bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* yang sudah diisolasi, TSA (*Tryptic Soy Agar*), TSA semisolid, SM buffer, bakteriofag uji yang diisolasi dari limbah di lingkungan rumah burung walet.

3. Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif laboratorik. Deskriptif yang dimaksud adalah dengan menerangkan dan memaparkan hasil dari penelitian yang didapat.

4. Prosedur Penelitian

1) Kultur Bakteri *Stenotrophomonas maltophilia*

Kultur bakteri ini bertujuan untuk mendapatkan biakan yang baru dan muda, sehingga dapat berkembangbiak dengan baik dan dapat digunakan sesuai dengan dengan fungsinya (Ifnawati, 2013). Media yang digunakan adalah BHIA dan BHIB. Kultur bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* pada media BHIA dengan teknik kuadran dan diinkubasi selama 24 jam dalam suhu 30°C. Bakteri di ambil koloni terpisah denga nose bulat lalu di celupkan pada erlen yang berisi BHIB dan diinkubasi sampai terlihat keruh pada *incubator shaker* dengan suhu 30°C.



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III

Kualitas Sumberdaya Manusia

“Refleksi Budaya Kemajapahitan: *SDM Unggul Menuju Indonesia Emas 2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan*”

2) *Spottest*

TSA semisolid yang sudah dihangatkan dituangkan bakteri sebanyak 500 μ l, tunggu hingga mengering. Lalu siapkan stok bakteriofag dan lakukan *spotting* dengan tip ukuran 10 μ l, tunggu hingga kering lalu inkubasi selama 24 jam dalam suhu 30C°. Munculnya zona bening pada hasil *spot* menjadi indikator keberhasilan *spot test* (Fadlilah dkk., 2022).

Jika sudah terbentuk zona bening pada hasil spot maka lakukan scraping dengan cara mengambil bagian bening tersebut dengan ose bulat dan tuangkan dalam microtube yang berisi 900 μ l SM buffer. *Centrifuge* dengan kecepatan 15.000rpm selama 10 menit, lalu ambil supernatannya. Lakukan filtrasi dan tampung dalam tube 1,5ml. *Syringe* tip steril berpori 0,2 berfungsi untuk menyaring bakteriofag sehingga hanya bakteriofag saja yang bisa melewati filter tersebut. Hasil dari filtrasi ini dapat digunakan untuk *plaque assay* (Franswinsly dan Maya., 2023).

3) *Plaque assay*

Pada tube 1,5 ml sebanyak 10 tube yang telah berisi sbuffer 0,9ml dan diberi label sesuai dengan pengenceran $10^{-1} - 10^{-10}$. Sebanyak 0,1ml stok bakteriofag dituangkan kemudian diencerkan lalu homogenkan dengan vorteks. Tube berisi 500 μ l bakteri *stenotrophomonas maltophilia* (host) sebanyak jumlah pengenceran. Dari masing-masing pengenceran diambil 100 μ l dan dimasukkan pada tube yang berisi host kemudian vorteks (Damayanti dkk., 2016). Host dituang pada tube yang telah berisi fag kedalam TSA agar kemudian fortteks dan dituang pada TSA lalu homogenkan TSA dnegan membentuk angka delapan pada meja hingga TSA semisolid rata. Inkubasi selama 48 jam dalam suhu 30C°. Terbentuknya zona lisis, atau plak yang jernih berbentuk bulat, di antara bakteri yang tumbuh menunjukkan hasil positif. Plak yang terbentuk menunjukkan bakteriofag dapat melisis sel inang, menyebabkan sel inang mati (Wally dkk., 2021).

4) *Picking*

Hasil dari *plaque assay* diamati bila terlihat *single plaque* maka lakukan *picking* dengan cara pada tube 1,5ml yang berisi 100 μ l sbuffer. *Single plaque* diambil dengan menggunakan ose. Jika *single plaque* yang didapat berbentuk sama maka ambil 1 saja perwakilan dari setiap pengenceran. Namun jika *single plaque* memiliki bentuk yang berbeda maka lakukan *picking* pada *plak* tersebut. Setelah *picking* maka dilakukan *plaque assay* lagi. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan *single plaque* yang seragam (Ranjani *et al.*, 2018).

5) Pemeriksaan mikroskop

Mikroskop banyak digunakan untuk melihat benda yang berukuran kecil yang tidak dapat dilihat jelas dengan menggunakan mata. Mikroskop digital banyak digunakan untuk keperluan analisis medik dan biomedik (Bawono dan Kusworo., 2014). Mikroskop digital ini digunakan dengan cara langsung disambungkan dengan laptop dan kemudian cawan petri dibuka lalu diamati karekteristik dari bakteriofag

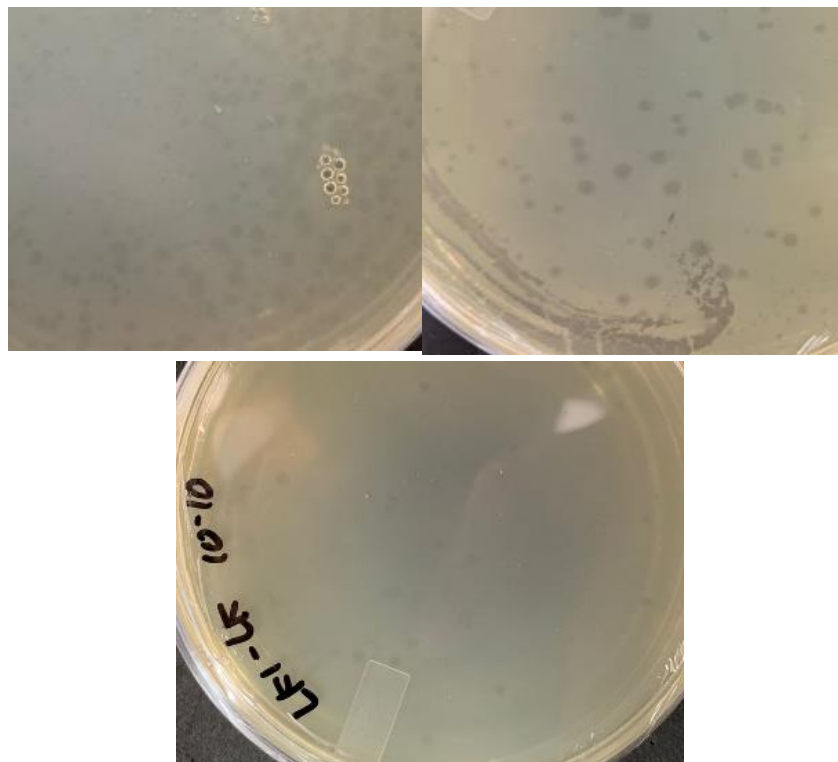
dengan perbesaran 1280x1024. Dengan citra digital, analisis dan pengolahan data menggunakan komputer akan mudah untuk melakukan analisis dan pengolahan data tentang suatu obyek mikroskop. Pengolahan data pada citra digital biasanya bertujuan untuk meningkatkan kualitas. (Wicaksono dkk., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil spot test termati secara makroskopis bahwa muncul zona bening pada media TSA yang dilapisi oleh TSA semisolid yang berisi bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* menandakan tumbuhnya bakteriofag.

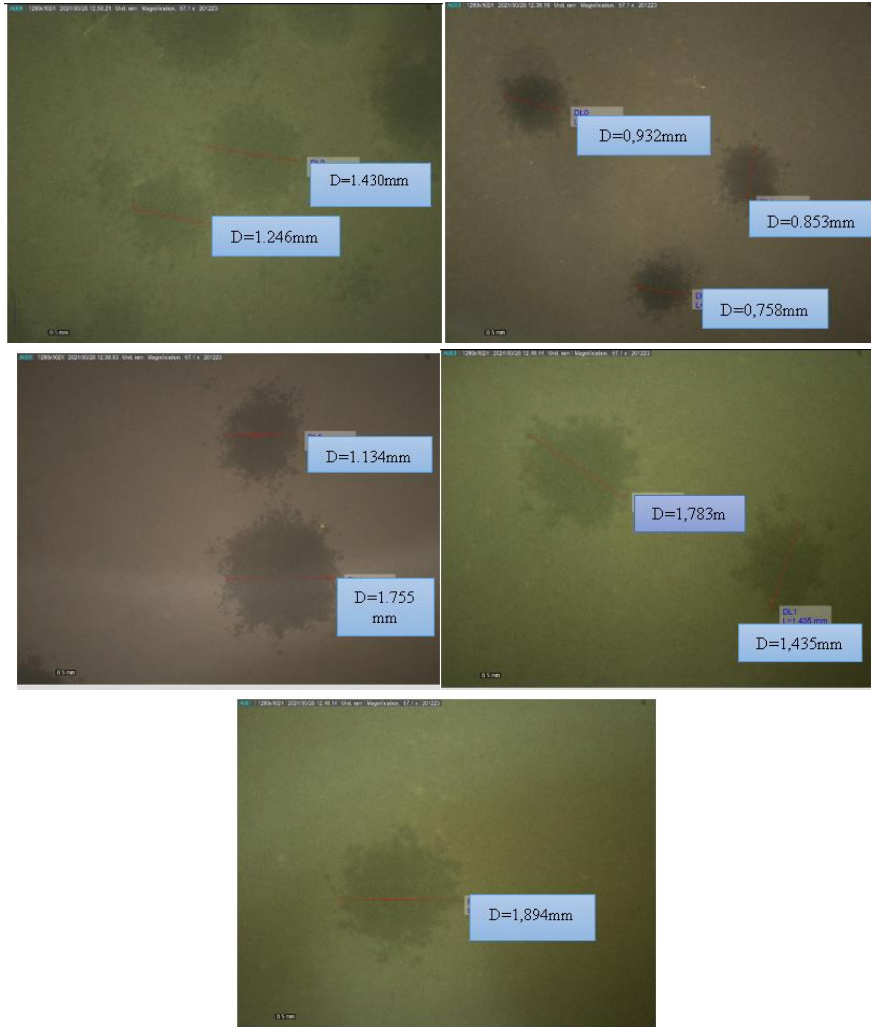


Gambar 1. Hasil spot test



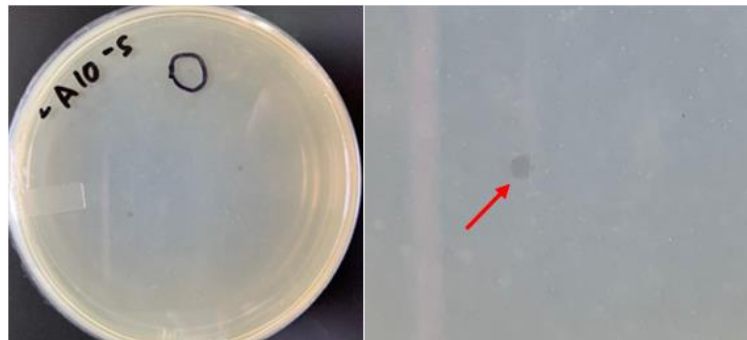
Gambar2. Hasil plaque assay

Pada hasil *plaque assay* menunjukkan adanya single plaque pada pengenceran 10^{-8} - 10^{-10} .



Gambar 3. Hasil *picking*

Hasil pengamatan menggunakan mikroskop electron menunjukan bahwa *plaque* memiliki ukuran yang berbeda- beda



Gambar 4. Hasil *picking*



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III
Kualitas Sumberdaya Manusia
“Refleksi Budaya Kemajapahitan: *SDM Unggul Menuju Indonesia Emas 2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan*”

Pada hasil *picking* dengan pengencern 10^{-5} teramati bahwa *plaque* memiliki ukuran yang seragam.

Limbah yang dihasilkan rumah burung walet dapat berupa feses burung walet ataupun jatuhnya bulu burung (Irwan., 2021). Kotoran burung walet dapat menghasilkan bau yang tidak sedap sehingga dapat mengganggu masyarakat sekitar. Pengolahan limbah yang kurang baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan hingga dapat menimbulkan penyakit pada manusia (Susilowati., 2018). Pembersihan limbah kotoran di rumah burung walet rata-rata dilakukan kurang dari 2 bulan sekali. Umumnya membersihkan kotoran dengan cara dikeruk. Penggunaan desinfektan sangat dibatasi untuk membersihkan rumah burung walet, hal ini terjadi karena peternak khawatir terhadap bau desinfektan yang menyengat dan bahaya residu terhadap burung walet (Wahyuni dkk., 2022).

Limbah merupakan tempat yang cocok untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan bakteriofag dapat ditemukan dengan mudah di tempat manapun bakteri berkembang sehingga dicurigai adanya bakteriofag pada contoh limbah (Pirnay, 2020). Penggunaan desinfektan yang dibatasi dan bakteri yang kebal terhadap desinfektan ini dapat membuat kontaminasi pada sarang burung walet hal ini juga dikhawatirkan dapat menimbulkan penyakit bagi para pekerja di rumah burung walet.

Bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* umum berada di tempat yang berair atau lembab seperti sungai, sumur, limbah hingga kotoran (Brooke., 2012). Bakteri ini paling sering dikaitkan dengan infeksi pernafasan (Al-Anazi end Asma, 2014). Bakteri ini memiliki resistensi terhadap beberapa antibiotik seperti antibiotik golongan betalaktam, fluoroquinolone, aminoglikosida, erithromisin, kloramfenikol, dan tetrasiklin. Bakteri ini juga tahan terhadap beberapa jenis desinfektan dan silver (Layanto dan Ade., 2022). Bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* ini mampu bertahan dalam kondisi yang beragam sehingga dapat bertahan di alam. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk menyebabkan penyakit pada manusia. *Stenotrophomonas maltophilia* dapat ditemukan dalam di berbagai organ namun paling sering di temukan pada paru-paru (Melissa *et al.*, 2020).

Penggunaan desinfektan sangat dibatasi untuk membersihkan rumah burung walet, hal ini terjadi karena peternak khawatir terhadap bau desinfektan yang menyengat dan bahaya residu terhadap burung walet (Wahyuni dkk., 2022). Limbah merupakan tempat yang cocok untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan bakteriofag dapat ditemukan dengan mudah di tempat manapun bakteri berkembang sehingga dicurigai adanya bakteriofag pada sample limbah (Pirnay, 2020).

Bakteriofag merupakan predator alami bakteri dan dapat ditemukan di berbagai lingkungan manapun yang ditempati oleh inangnya (Haq *et al.*, 2012).

Bakteriofag memiliki dua cara replikasi yakni litik dan lisogenik (Dito dkk., 2020). Pada siklus litik bakteriofag akan membentuk *clear plaque* sedangkan pada fase lisogenik bakteriofag akan membentuk *plaque turbid* (Gudlavalleti *et al.*, 2020). Pada fase lisogenik bakteriofag bekerja untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Sel inang tidak mengalami lisis dan tetap dapat melakukan metabolisme. Fase lisogenik dapat berlangsung untuk waktu yang tidak terbatas, lamanya siklus lisogenik tergantung dengan ketahanan sel inang terhadap bakteriofag (Arifah, 2020).

Menurut Jonczyk, *et al* (2011) faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dari bakteriofag antara lain adalah suhu dan keasaman lingkungan. Suhu terlalu rendah dapat mempersulit bakteriofag menembus inang, namun jika suhu terlalu tinggi dapat memperpanjang tahap laten bakteriofag, keasaman lingkungan, pH yang tidak sesuai dapat mempengaruhi kestabilan dan aktivitas dari bakteriofag.

Pada hasil penelitian ini bakteriofag yang diisolasi dari limbah rumah burung walet memiliki hasil positif dimana fag berbentuk *clear* saat ditetaskan diatas TSA semisolid yang berisi *Stenotrophomonas maltophilia*. Hal ini menunjukkan bahwa bakteriofag berada dalam fase litik untuk melisis *Stenotrophomonas maltophilia* (Franswinsly dan Maya, 2023). Pada penelitian ini tidak terbentuk *halo* pada *plaque*. Selain itu zona *halo* juga terjadi ketika pertumbuhan bakteri memasuki fase stasioner, replikasi bakteriofag sering berhenti atau melambat yang kemudian akan muncul zona semi transparan di sekitar zona *clear* sehingga bakteriofag tidak mampu menurunkan populasi bakteri secara signifikan (Tabassum *et al.*, 2018).

Pada hasil *Plaque* memiliki diameter yang beragam yakni berkisar antara 0,758-1,894mm. Ukuran *plaque* yang berbeda dapat dipengaruhi oleh morfologi dari virion bakteriofag dan waktu lisis (Hardanti dkk., 2018). *Plaque* bakteriofag dikatakan berukuran kecil jika memiliki diameter $\pm 0,1$ mm dan ukuran diameter *plaque* paling besar bisa mencapai 3 mm (Jatmiko dkk., 2018). Hal ini menandakan bahwa bakteriofag masih merupakan campuran. Bakteriofag perlu dimurnikan dengan purifikasi yakni dengan mengambil *singel plaque* dari *plate* (Fadlilah, dkk., 2022).

Faktor ukuran bakteriofag memengaruhi seberapa cepat bakteriofag menginfeksi bakteri pada media agar, atau proses pembentukan *plaque*. Ketika ukuran bakteriofag lebih kecil, kemampuan bakteriofag untuk menginfeksi lebih cepat dan *plaque* terbentuk lebih banyak, dan sebaliknya. Efektifitas bakteriofag dapat dilihat dari jumlah *plaque* yang terbentuk, semakin banyak jumlah *plaque* yang terbentuk maka menandakan kemampuan bakteriofag dalam melisis bakteri target semakin efektif (Nindita dan Agustin, 2013).

Banyaknya jumlah bakteriofag bergantung pada pengenceran yang dilakukan. Semakin tinggi tingkat pengencerannya maka konsentrasi dari bakteriofag akan semakin rendah (Cholik dkk., 2020). Konsentrasi bakteriofag

yang terlalu rapat dapat menghambat proses pemurnian dan pengamatan morfologi, karena diperlukannya *single plak* pada proses purifikasi dan pengamatan morfologi bakteriofag (Ranjani *et al.*, 2018).

Fag pada bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* umumnya bersifat litik namun beberapa fag dapat bersifat lisogenik (Mccutcheon and Jonathan, 2021). Bakteriofag dengan siklus lisogenik akan menghasilkan bentukan *turbid* yang dalam hal ini bakteriofag tidak hanya berada dalam didalam bakteri dan tidak membahayakan bagi inangnya (Pratiwi, 2021). Bakteriofag dengan siklus litik lebih sering digunakan sebagai agen biokontrol karena mampu melisis bakteri target sehingga terjadi penurunan jumlah bakteri (Hardanti dkk., 2018). Prosedur sanitasi harus secara aktif dapat menghancurkan sel-sel mikroorganisme dan secara signifikan dapat mengurangi populasi mikroorganisme (Ningrum, 2023).

Penggunaan bakteriofag sudah banyak dilakukan dalam berbagai bidang. Bakteriofag memiliki potensi besar untuk pengobatan yang diakibatkan oleh infeksi bakteri, terutama pada kasus resistensi antibiotik. Material genetik bakteriofag ini tidak dapat melekat ke dalam tubuh manusia sehingga terapi menggunakan bakteriofag lebih diunggulkan karena tidak bersifat virulensi pada manusia (Monteiro *et al.*, 2019). Pemanfaatan bakteriofag sebagai vaksin dengan memanfaatkan teknologi molekuler yang bernama *phage display*. *Phage display* dapat digunakan juga untuk memproduksi antibody monoklonal dan pemetaan epitope, sebagai terapi kecanduan kokain, terapi penyakit autoimun hingga kanker dan gangguan syaraf (Lin *et al.*, 2017).

Bakteriofag bersifat alami dan sangat ramah lingkungan sehingga aman dalam penggunaannya. Bakteriofag hanya dapat menginfeksi inang dengan rentang yang sangat terbatas sehingga dapat meminimalisir adanya infeksi sekunder akibat fag. Syarat- syarat yang harus dipenuhi bakteriofag jika digunakan sebagai biokontrol pada makanan yakni; dapat menginfeksi spesies target, diperbanyak pada inang nonpatogenik, urutan genom sudah lengkap, tidak ada gen yang mengkode patogenitas atau berpotensi alergi, studi menunjukkan tidak ada efek samping, memiliki status *Generally Recognized as Safe* untuk digunakan dalam makanan, stabil selama penyimpanan dan pengaplikasian dan bisa dikembangkan secara komersil (Hardanti, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa bakteriofag yang diisolasi dari limbah rumah burung walet memiliki tipe *clear* yang dapat melisis bakteri *Stenotrophomonas maltophilia*.



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III
Kualitas Sumberdaya Manusia
“Refleksi Budaya Kemajapahitan: *SDM Unggul Menuju Indonesia Emas 2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan*”

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan dan bimbingan dosen yang sudah membantu dalam penelitian ini dan pihak BRIN yang sudah memberikan fasilitas yang baik dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Anazi K.A., Asma M., A. 2014. *Infections Caused By Stenotrophomonas Maltophilia In Recipients Of Hematopoietic Stem Cell Transplantation*. Front. Oncol. Vol 4 : 232. Doi: 10.3389/Fonc.2014.00232
- Ardiansyah, F. N., Siti G.N., Dan Dian A.K.S. 2023. *Deteksi Bakteri Coliform Pada Sarang Burung Walet Putih (Collocalia Fuciphaga) Bersih Asal Jawa*. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- Arifah, F.A. 2020. *Penggunaan Aplikasi Kahoot Sebagai Alat Penilaian Hasil Belajar Siswa Sma Kelas X Dalam Materi Virus*. Skripsi, FKIP UNPAS.
- Bawono, A., dan Kusworo A. Rahmat G., 2014. *Identifikasi Fokus Mikroskop Digital Menggunakan Metode Otsu*. Berkala Fisika Vol. 17(.4) : 139 – 144.
- Brooke, J. S. 2012. *Stenotrophomonas maltophilia: an Emerging Global Opportunistic Pathogen*. Vol 25(1):2-41.doi: 10.1128/CMR.00019-11
- Cholih, FA., Mntarto M., Istiqomah, Nijami M.F., 2020. *Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteriofag Sebagai Agens Pengendali Penyakit Layu Bakteri (Ralstonia Solanacearum) Pada Tanaman Tomat*. Jurnal Viabel Pertanian Vol. 14 (1) p-ISSN: 1978-5259 e-ISSN: 2527-3345
- Dito, A.P., Rahayu B.V. dan Mashuri. 2020. *Jaringan Matriks (Matrix Network) Dan Keistimewaannya* . UJM vol : 9(1).
- Fadlilah, Desy Mar’atul., Andre Wijaya Setiawan, Yoga Aji Handoko. 2022. *Isolasi, Karakterisasi, Dan Uji Stabilitas Ph Bakteriofag Xanthomonas Oryzae Dari Area Persawahan*. J. Ilm. Pertan : Vol (2), 118-125.
- Franswinsky, Bobby Dan Maya, Savira. 2023. *Isolasi Bakteriofag Dari Limbah Cair Dengan Aktivitas Litik Terhadap Escherichia Coli*. Jurnal Kedokteran Syiah Kuala Vol 23(1) : 68-73
- Gudlavalleti, B. S., Trong P., Charles L. B., Allysson B., Brittany L. G., Jarod T. G., Connor J. H., Bailey H., David R. L., Lauren M. R., Alexandria M. S., Bobby L. G., Rodney A. K., Claire A. R., Amanda K. S., Alexander A. S., Marie L. N., And Kelly E. O. 2020. *Whole Genome Sequencing Identifies An Allele Responsible For Clear Vs. Turbid Plaque Morphology In A Mycobacteriophage*. BMC Microbiology. 20:148
- Haq U.I., Waqas N.C., Maha N.A., Saadia A. and Istiaq Q. 2012. *Bacteriophages and their implications on future biotechnology: a review*. Virology journal vol 9(9).
- Hardanti, S., Wardani, A. K., Dan Rukmi, W. D. 2018. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteriofag Spesifik Salmonella Typhi Dari Kulit Ayam*. Jurnal Teknologi Pertanian, 19(2), 107–116. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtp.2018.019.02.5>
- Ifnawati, Khoir. 2013. *Pengaruh Enzim Kitinase Kasar Dari Bakteri Pseudomonas Pseudomallei Dan Klebsiella Ozaenae Terhadap Pertumbuhan, Morfologi,*



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III
Kualitas Sumberdaya Manusia
“Refleksi Budaya Kemajapahitan: SDM Unggul Menuju Indonesia Emas
2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan”

- Dan Kadar N-Asetilglukosamin *Fusarium Oxysporum*. Undergraduate Thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Irwan., 2021. *Pengaturan Terhadap Pembangunan Gedung Sarang Burung Walet Di Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah*. Skripsi
- Jatmiko, Y.D., Purwanto A. P., Dan Ardyati T. 2018. *Uji Aktivitas Bakteriofage Litik Dari Limbah Rumah Tangga Terhadap Salmonella Typhi*. Jurnal Biodjati. 3(2) : 134- 147.
- Jończyk, E., Kłak, M., Międzybrodzki. R., and Górski A. 2011. *The influence of external factors on bacteriophages—review*. Folia Microbiol (Praha). Vol 56(3): 191–200. doi: 10.1007/s12223-011-0039-8
- Layanto N., Dharmawan A. *Infeksi Dan Pola Kepekaan Stenotrophomonas Maltophilia Di ICU RS X*. J Kdoks Meditek. 28(1), 24–29.
- Lee, T. H., Wani, W. A., Lee, C. H., Cheng, K. K., Shreaz, S., Wong, S. 2021. *Edible Bird’s Nest: The Functional Values Of The Prized Animal-Based Bioproduct From Southeast Asia-A Review*. Front. Pharmacol. 12, 626233. Doi:10.3389/Fphar.2021.626233
- Lin D.M., Koskella B., Lin H.C. 2017. *Phage Therapy: An Alternative To Antibiotics In The Age Of Multi-Drug Resistance*. World Journal Of Gastrointestinal Pharmacology And Therapeutics. 8(3):162-173. Doi:10.4292/Wjgpt.V8.I3.162
- Mccutcheon J., G. And Jonathan J., D. 2021. *The Potential Of Phage Therapy Against The Emerging Opportunistic Pathogen Stenotrophomonas Maltophilia*. Vol 13(6): 1057.
- Melissa, S.M., Trenton S., And Edward S. 2020. *Cooperativity Between Stenotrophomonas Maltophilia And Pseudomonas Aeruginosa During Polymicrobial Airway Infections*. ASM Journal Vol 8(4).
- Monteiro, R., Pires, D. P., Costa, A. R., & Azeredo, J. 2019. *Phage Therapy: Going Temperate? Trends in Microbiology*, 27(4), 368-378. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2018.10.008>
- Nindita, L.O dan Agustin K.W. 2013. *Purifikasi Phage Cocktail Serta Spektrum Penghambatannya Terhadap Bakteri Penyebab Foodborne Disease*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 14 (1) 47-56.
- Ningrum, S.G. 2021. *Deteksi Kandungan Nitrit dan Hidrogen Peroksida dalam Produk Sarang Burung Walet Bersih Asal Indonesia*. Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma 10(1): 20-26.
- Ningrum, S.G. 2023. *Food Safety Management System in Edible Bird’s Nest Industry: A Review*. *Journal of Applied Veterinary Science and Technology*. VOL 04(1):41-51
- Pirnay, J.P. 2020. *Phage Therapy in the Year 2035*. *Front Microbiologi*
- Pratiwi, H.R. 2021. *Virus Bakteri Sebagai Terapi Untuk Penyakit Infeksi*. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains* Vol 4 (2), DOI: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i2.2331>
- Ranjani, P. K., Gowthami, Y., Samuel., Gnanamanickam, S., & Palani, P. 2018. *Bacteriophage: A New Weapon For The Control Of Bacterial Blight Disease In Rice Caused By Xanthomonas Oryzae*. *Journal Microbiolo Gy Biotechnology*. 46(4), 346-359. <https://doi.org/10.4014/Mbl.1807.07009>



PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA III
Kualitas Sumberdaya Manusia
“Refleksi Budaya Kemajapahitan: SDM Unggul Menuju Indonesia Emas
2045 berbasis Sainstek Berwawasan Lingkungan dan Kewirausahaan”

- Sillankorva, S. M., Oliviera, H., Azeredo, J. 2012. *Bacteriophages And Their Role In Food Safety*. International Journal Of Microbiology. 1-13.
- Susilowati, E., 2018. *Pengaturan Terhadap Pembangunan Gedung Sarang Burung Walet Di Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah*. Jurnal Morality vol 4(1).
- Tabassum, R., Muafia S., Komal A.K., Iqbal A.A., Yasir R., Cody S.S., Zaigham A., and Shafiq U.R. 2018. *Complete Genome Analysis Of A Siphoviridae Phage TSKI Showing Biofilm Removal Potential Against Klebsiella Pneumoniae*. DOI:10.1038/s41598-018-36229-y
- Wahyuni, D.S., Hadri L., Mirnawati B.S., dan Chaerul B. 2022. *Pola Pemeliharaan Burung Walet di Pulau-pulau Utama Penghasil Sarang Burung Walet di Indonesia*. Jurnal Sain Veteriner, Vol. 40(20): 117-127 DOI: 10.22146/jsv.69112
- Wally, Arga. Darmawan., Eko S. Pribadi dan, Surachmi Setyaningsih. 2021. *Bakteriofag Spesifik Escherichia Coli Yang Diisolasi Dari Berbagai Sumber Air Di Bogor Tengah, Kota Bogor Sebagai Antibiotika Alternatif*. Jurnal Biologi Udayana 25(2): 183-188
- Wicaksono, D., Isnanto, R. R., Nurhayati, O. D.2014. *Perancangan Perangkat Lunak Untuk Analisis Tingkat Fokus Pada Citra Mikroskop Digital Menggunakan Proses Ekstraksi Ciri*, Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer Vol 2 (1)