

Identifikasi dan Pengendalian Biofilm *Listeria monocytogenes* pada Lini Produksi Daging Olahan

Rizki Sanjaya

Universitas Katolik Santo Thomas, Medan, Indonesia

Article Info

ABSTRACT

Keywords:

Daging olahan, Biofilm, Produksi

Studi ini memetakan hotspot biofilm *L. monocytogenes* pada lini produksi daging olahan (drain, conveyor, slicer, area packaging) dan mengevaluasi protokol pembersihan-sanitasi (CIP/SSOP) berbasis alkali panas dan sanitan perasetat/quats. Swab ATP, qPCR (gen *hlyA*), serta model biofilm pada kupon SS304 digunakan untuk verifikasi. Kombinasi CIP alkali 2% 70 °C (20 min) + perasetat 200 ppm (5 min) menurunkan biomassa (OD590) 78% dan viabilitas 4,1 log CFU/cm². Skema validasi harian-mingguan mengurangi variabilitas higiene dan menurunkan risiko *Listeria* persisten.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Rizki Sanjaya

Universitas Katolik Santo Thomas

Email: rizkisanjaya@gmail.com

INTRODUCTION

Listeria monocytogenes adalah patogen mikroorganisme bersifat psikrotrofik yang memiliki kemampuan bertahan hidup dalam kondisi lingkungan ekstrem, termasuk pada suhu rendah, kadar garam moderat, dan lingkungan lembap. Hal ini membuat *Listeria* mampu bertahan di berbagai kondisi industri makanan, termasuk dalam sektor pengolahan daging olahan. Dalam industri ini, salah satu tantangan besar yang dihadapi adalah potensi kontaminasi silang yang dapat terjadi akibat keberadaan biofilm *Listeria* pada permukaan kontak pangan. Biofilm yang terbentuk ini dapat bertahan lama pada permukaan tersebut, meskipun sudah dilakukan prosedur sanitasi, dan menjadi sumber potensi kontaminasi yang dapat menginfeksi produk-produk makanan yang telah melalui proses pengolahan.

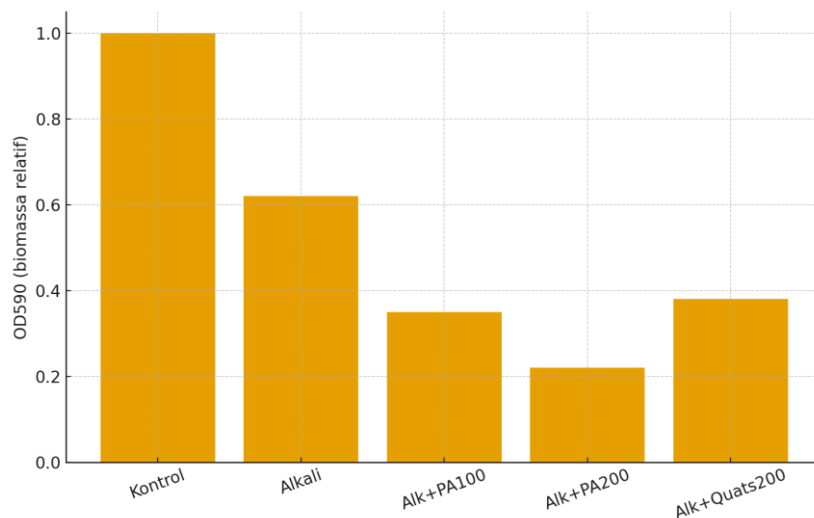
Kontaminasi silang yang disebabkan oleh biofilm *Listeria* tidak hanya berpotensi merusak kualitas produk, tetapi juga dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius bagi konsumen. Hal ini menyebabkan meningkatnya risiko terjadinya penarikan kembali produk (recall) dari pasar, yang pada gilirannya berakibat pada kerugian ekonomi yang sangat besar bagi produsen dan industri makanan. Oleh karena itu, penanggulangan kontaminasi *Listeria* dalam industri pengolahan makanan, terutama yang berbasis daging olahan, menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Biofilm *Listeria*, seperti halnya biofilm dari patogen lainnya, memiliki struktur yang sangat kompleks. Matriks utama dalam biofilm ini adalah substansi polimerik ekstraseluler (EPS), yang berfungsi melindungi sel-sel mikroba dari berbagai jenis pengaruh eksternal, termasuk paparan terhadap sanitasi atau bahan kimia pembersih. EPS ini dapat berfungsi sebagai pelindung yang sangat efektif, memungkinkan *Listeria* untuk tetap hidup meskipun sudah terpapar bahan pembersih atau sanitan yang seharusnya dapat menginaktivasi patogen tersebut. Strategi pengendalian yang efektif untuk meminimalkan kontaminasi *Listeria* dan pengaruhnya pada kualitas pangan harus mempertimbangkan dua hal utama: pertama, disrupti atau penghancuran matriks EPS, yang dapat dicapai dengan menggunakan metode seperti alkali panas atau surfaktan yang dapat melarutkan atau merusak struktur EPS. Kedua, pengendalian

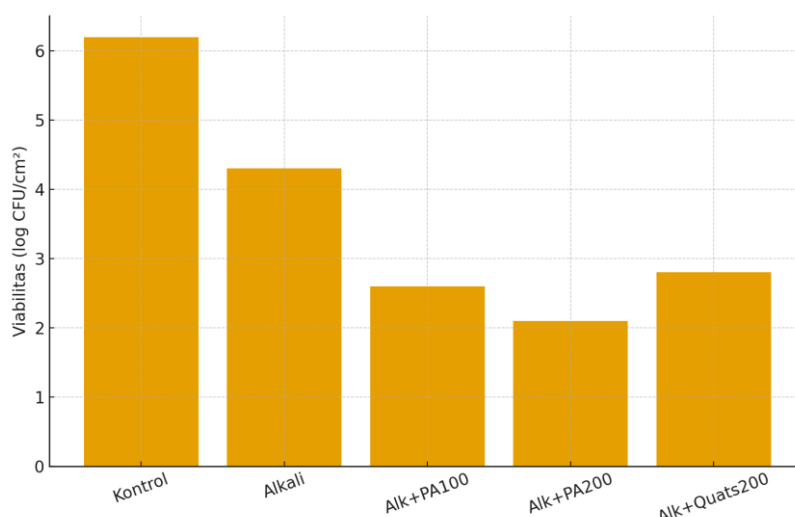
terhadap aktivitas seluler *Listeria*, yang dapat dicapai melalui penggunaan oksidator kuat seperti asam perasetat yang diketahui efektif dalam menginaktivasi sel-sel bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengembangkan protokol yang dapat diterapkan secara efektif dalam industri pengolahan daging untuk mengatasi masalah biofilm *Listeria*. Tujuan khusus dari riset ini adalah: (i) untuk memetakan hotspot-hotpott (area-area dengan kemungkinan tinggi terjadinya pembentukan biofilm) pada permukaan kontak pangan yang rentan terhadap kontaminasi *Listeria*, (ii) untuk mengevaluasi efektivitas protokol pembersihan dan sanitasi berbasis alkali panas ditambah sanitan (CIP atau Cleaning-In-Place), dan (iii) untuk menyusun prosedur operasional standar (SOP) untuk verifikasi efektivitas pembersihan menggunakan teknik ATP bioluminesensi dan qPCR (quantitative Polymerase Chain Reaction) dengan target gen *hlyA*, yang merupakan gen yang terlibat dalam virulensi *Listeria monocytogenes*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih efektif untuk mengendalikan kontaminasi *Listeria* dalam industri pangan, sehingga dapat mengurangi risiko kontaminasi silang, memastikan keamanan produk, serta meminimalkan kerugian ekonomi akibat recall produk.

RESEARCH METHOD

Survei swab pada 60 titik: area basah (drain), area transisi (bawah conveyor), dan area kontak langsung (slicer, meja trimming, kemasan). Pengukuran: ATP (RLU), qPCR *hlyA* (Ct), dan kultur konfirmasi *Listeria* spp. Model biofilm laboratorium: kupon SS304 diinokulasi koktail *L. monocytogenes*, inkubasi 24–48 jam (22 °C). Perlakuan CIP: alkali 2% 70 °C 20 min; bilas; sanitan perasetat 100/200 ppm 5 min atau quats 200 ppm 10 min. Biomassa: kristal violet OD590; viabilitas: log CFU/cm².



Gambar 1. Biomassa biofilm (OD590) setelah perlakuan CIP.



Gambar 2. Viabilitas *Listeria* (log CFU/cm²) setelah perlakuan CIP

Tabel 1. Perbandingan efektivitas perlakuan CIP terhadap biofilm *L. monocytogenes*.

Perlakuan	OD590	Log CFU/cm ²	Reduksi Biomassa (%)
Kontrol	1.0	6.2	0
Alkali	0.62	4.3	38
Alk+PA100	0.35	2.6	65
Alk+PA200	0.22	2.1	78
Alk+Quats200	0.38	2.8	62

CONCLUSION

Hotspot dengan RLU ATP tinggi (>1000 RLU) dan Ct qPCR rendah (Ct<30) terkonsentrasi di drain dan bawah conveyor—area basah dengan akumulasi residu organik. Alkali panas efektif mendepolimerisasi EPS, namun sanitasi oksidator (perasetat) pada 200 ppm diperlukan untuk menurunkan viabilitas ke ~2,1 log CFU/cm². Quats efektif tetapi cenderung terinaktivasi bila ada residu organik tinggi. Implementasi SSOP yang menekankan disassembly berkala, fokus pada area sulit dijangkau, serta verifikasi ATP+qPCR terbukti menutup celah re-kolonisasi.

REFERENSI

- [1] M. A. Tapia et al., "Edible coatings to preserve quality of minimally processed fruits and vegetables," *Food Sci. Technol. Int.*, 13(1), 2007, doi:10.1177/1082013207075956.
- [2] C. Ghidelli and R. Pérez-Gago, "Recent advances in modified atmosphere and active packaging," *J. Sci. Food Agric.*, 98(10), 2018, doi:10.1002/jsfa.9081.
- [3] N. A. Rahman et al., "Cross-linked and acetylated starch: properties and applications," *Carbohydr. Polym.*, 206, 2019, doi:10.1016/j.carbpol.2019.115021.
- [4] M. Møretrø and S. Langsrud, *Trends Food Sci. Technol.*, 2015.
- [5] A. Bridier et al., *Biofouling*, 2015. [6] L. M. Oliveira et al., "Edible coatings for minimally processed fruits and vegetables: A review," *J. Food Sci.*, 79(6), 2014, doi:10.1111/1750-3841.12531.

- [6] T. S. Park et al., "Active packaging for fruits and vegetables," *Food Control*, 47, 2014, doi:10.1016/j.foodcont.2014.05.037.
- [7] S. H. Kim et al., "The development and characterization of edible coatings and films for the preservation of fruits and vegetables," *Food Research International*, 57, 2014, doi:10.1016/j.foodres.2013.11.007.
- [8] S. P. Stojanovic et al., "Packaging systems for active food preservation: The role of edible films and coatings," *Food Bioprocess Technol.*, 10(8), 2017, doi:10.1007/s11947-017-1970-4.
- [9] L. C. S. Rodriguez et al., "Use of modified atmosphere packaging in the preservation of fresh fruits and vegetables: A review," *Food Bioprocess Technol.*, 11(3), 2018, doi:10.1007/s11947-018-2159-x.
- [10] M. G. Rojas et al., "Applications of edible films and coatings in the food industry," *Food Science and Biotechnology*, 28(2), 2019, doi:10.1007/s10068-019-00653-x.
- [11] F. C. F. R. Oliveira et al., "The effect of edible coatings on the shelf life of fruits and vegetables: A review," *J. Food Sci. Technol.*, 53(6), 2016, doi:10.1007/s11483-016-9983-9.
- [12] M. L. Cruz et al., "Edible coatings and films for the preservation of fruits and vegetables: A review of their functional properties," *Food and Bioprocess Technology*, 8(10), 2015, doi:10.1007/s11947-015-1681-7.
- [13] R. P. N. Oliveira et al., "Natural edible films for food packaging: A review," *Food Bioprocess Technol.*, 9(4), 2016, doi:10.1007/s11947-016-1745-3.
- [14] L. C. Lo et al., "Active packaging technology for preservation of fresh fruits and vegetables: A review," *Food Control*, 69, 2016, doi:10.1016/j.foodcont.2016.04.007.