Optimisasi Produksi, Karakterisasi Fisikokimia, dan Efek Bakterisidal dari *Plasma Activated Water* (PAW) sebagai Inovasi Agen Pencuci Produk Segar untuk Memperpanjang Masa Simpan Pascapanen

Amalia Ghaisani Komarudin[1], Anto Tri Sugianto[2], Ria Lutfiah Muhdy[1], Nadya Maulia Fitriani[1], Viona Setiawan[3], Maya Fitriyanti[4], Poetro Lebdo Sambegoro[5], Dea Indriani Astuti[1].

[1]Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, [2]Pusat Riset Mekatronika Cerdas, Badan Riset dan Inovasi Nasional, [3]Institute of Biomedical Sciences, Academia Sinica, Taiwan, [4]Pusat Penelitian Biosains dan Bioteknologi (PPBB), Institut Teknologi Bandung, [5]Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung.

Pendahuluan

Permasalahan: Kontaminasi mikroba dan sanitasi pencucian yang kurang optimal mempercepat penurunan mutu produk hortikultura. Penggunaan klorin juga menimbulkan kekhawatiran terkait residu kimia.

Teknologi Plasma nontermal: menghasilkan spesies reaktif (ROS/RNS) yang berpotensi menginaktivasi mikroba tanpa suhu tinggi.

Tujuan Penelitian: Mengembangkan dan mengarakterisasi plasma-activated water (PAW) serta mengevaluasi sifat fisikokimia dan aktivitas antimikrobanya terhadap *E. coli*.



Metode Penelitian

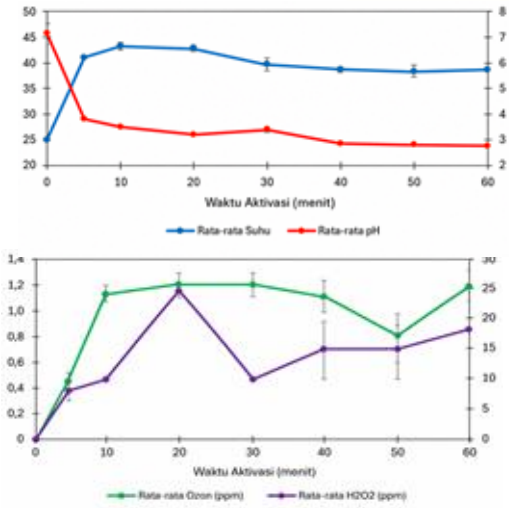
1. Pengukuran Fisikokimia:
Parameter Suhu, pH, ozon terlarut, dan H_2O_2.

2. Pengujian Antimikroba (*E. coli*):
- Ex situ: Pencampuran PAW dengan suspensi bakteri (waktu kontak 5 menit).
- In-Situ: Paparan langsung plasma secara kontinu pada suspensi bakteri dengan sampling berkala (10, 20, 30 menit).

3. Analisis Morfologi Sel:
Pengamatan kerusakan membran bakteri menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada perbesaran 20.000x.

Hasil dan Pembahasan

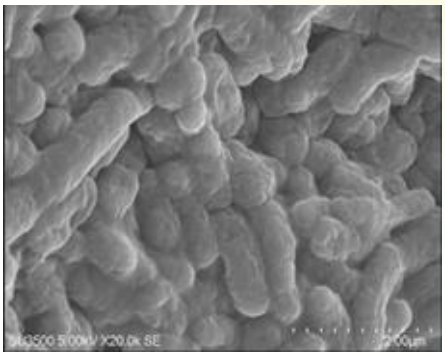
Karakteristik fisikokimia
Aktivitas plasma meningkatkan suhu, konsentrasi ozon terlarut dan H_2O_2, serta menurunkan pH PAW (memicu kondisi asam & senyawa oksidatif).



Gambar 2. Hasil pengujian fisikokimia pada perlakuan PAW

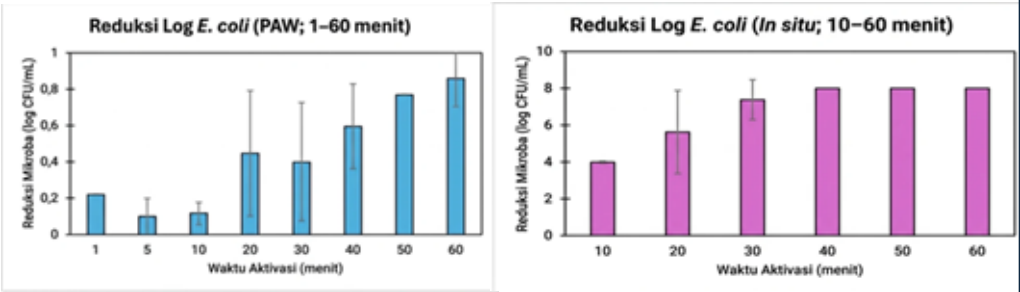
Pengaruh Fase Pertumbuhan dan Konsentrasi Awal Bakteri
Fase pertumbuhan tidak berpengaruh signifikan terhadap reduksi bakteri ($p>0,05$), sedangkan waktu perlakuan dan konsentrasi awal bakteri berpengaruh signifikan terhadap log reduksi ($p<0,05$).

Morfologi bakteri
Menunjukkan adanya deformasi setelah perlakuan plasma.

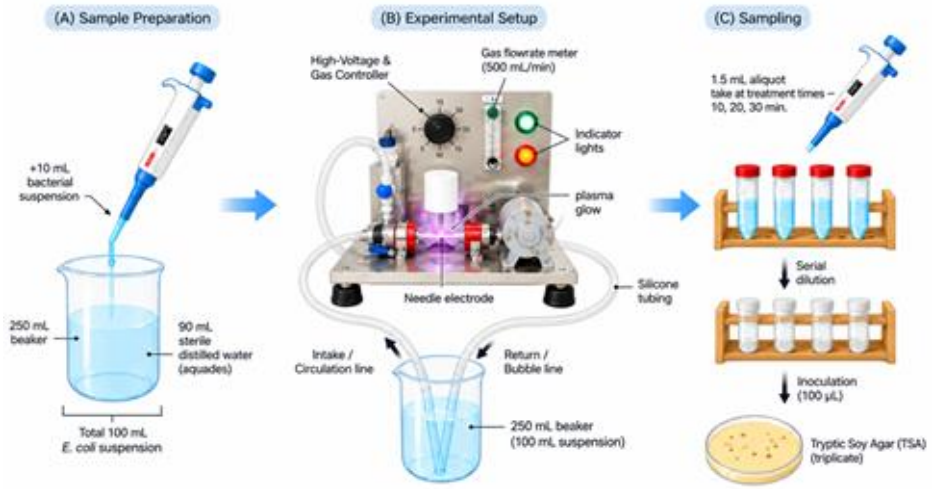


Gambar 3. Morfologi sel Escherichia coli setelah perlakuan plasma in situ selama 30 menit

Efektivitas Antimikroba:
In situ mereduksi *E. coli* hingga 8 log CFU/mL (jauh lebih efektif dibanding ex-situ / < 1 log).



***Gambar 3.** Hasil pengujian efektivitas inaktivasi mikroba*



Gambar 1. Skema pengujian In situ

Kesimpulan

Perlakuan plasma *in situ* terbukti efektif sebagai teknologi antimikroba dengan mereduksi *E. coli* hingga 8 log CFU/mL—jauh lebih unggul dibandingkan PAW *in vitro* (< 1 log) melalui mekanisme peningkatan suhu, senyawa oksidatif (Ozon dan H_2O_2), penurunan pH, serta deformasi sel. Efektivitas ini dipengaruhi oleh konsentrasi awal bakteri, di mana konsentrasi yang lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai batas deteksi (BDL), sementara variasi fase pertumbuhan tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik. Secara keseluruhan, perlakuan plasma *in situ* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai teknologi sterilisasi dan pencucian produk hortikultura.