

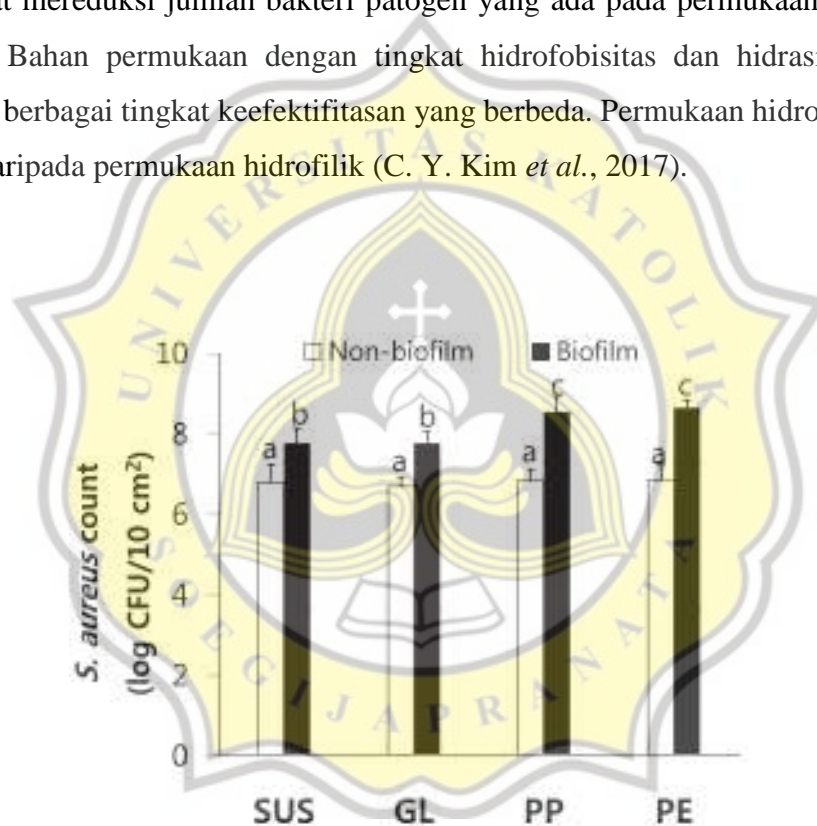
5. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI EFEKTIVITAS KERJA SANITIZER

Efisiensi dari kerja *sanitizer* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: jenis dan kekasaran bahan permukaan kontak makanan, konsentrasi, waktu kontak, pH, dan jenis mikroba yang ada (Aryal & Muriana, 2019; C. Y. Kim *et al.*, 2017; Maillard, 2005; Gun Wirtanen & Salo, 2014). Terdapat berbagai jenis *sanitizer* yang digunakan pada industri *seafood* dan *bakery*. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja *sanitizer* pada industri *bakery* dan *seafood* perlu diketahui agar pemakaian dari *sanitizer* tersebut dapat lebih efektif dilakukan.

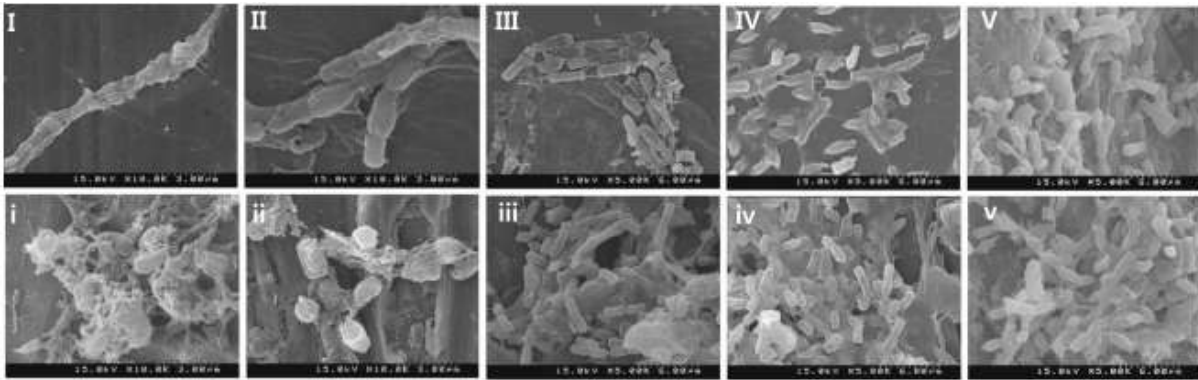
5.1. Jenis material yang digunakan pada alat produksi bahan pangan

Jenis material yang digunakan pada proses pengolahan pangan sangat mempengaruhi kinerja dari *sanitizer* yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kim *et al.*, (2017) yang meneliti resistensi bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap *sanitizer* pada permukaan kontak makanan dengan karakteristik permukaan yang berbeda. Pada penelitian tersebut dilakukan dengan mereduksi bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bahan *sanitizer* diberbagai bahan penyusun alat yang biasa digunakan pada industri makanan yaitu *stainless steel*, kaca, *polypropylene* (PP) dan *polyethylene*. Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa *sanitizer* pada konsentrasi dan waktu kontak yang sama, akan bekerja lebih efektif pada permukaan bahan yang menggunakan material *stainless steel* dan kaca dibandingkan dengan permukaan bahan kontak yang terbuat dari *polypropylene* dan *polyethylene*. Hal tersebut dapat terjadi karena *polypropylene* dan *polyethylene* memiliki kemampuan membentuk biofilm yang lebih besar daripada *stainless steel* dan kaca. Hal tersebut dapat disebabkan oleh *polypropylene* dan *polyethylene* memiliki permukaan yang *hydrophobic*, sedangkan *stainless steel* dan kaca memiliki sifat *hydrophilic* (C. Y. Kim *et al.*, 2017). Hidrofobisitas yang lebih tinggi dari permukaan kontak makanan dapat menurunkan keefektifitasan kerja dari *sanitizer*, hal ini dikarenakan permukaan yang *hydrophobic* meningkatkan adhesi bakteri ke permukaan kontak makanan dan pembentukan biofilm (H. Kim *et al.*, 2019). Perlekatan bakteri, yang merupakan langkah pertama dalam pembentukan biofilm, bergantung pada sifat permukaan seperti energi bebas permukaan dan sifat kebasahannya (*wettability*). Bahan dengan energi bebas permukaan yang rendah, seperti *polytetrafluorethylene*, lebih hidrofobik dan umumnya mendorong perlekatan bakteri dan pembentukan biofilm ke tingkat yang lebih besar daripada permukaan hidrofilik seperti *stainless steel* dan karet (C. Y. Kim *et al.*, 2017). Pada Studi lain juga menunjukkan bahwa pembentukan biofilm adalah lebih menonjol pada PP hidrofobik daripada *stainless steel* hidrofilik (Pagedar *et al.*, 2010). H. Kim *et al.*, (2018) pada penelitiannya juga

menunjukkan bahwa pembentukan biofilm *Bacillus cereus* pada permukaan yang *hydrophobic* akan lebih besar daripada pembentukan biofilm yang ada pada permukaan yang *hydrophilic*. Pada penelitiannya ditemukan bahwa pada permukaan halus, bakteri yang ada di permukaan kayu, PP, *polyethylene* (PE), SUS (*stainless steel*), dan kaca adalah $8,02 \pm 0,33$, $7,76 \pm 0,30$, $7,66 \pm 0,30$, $7,51 \pm 0,26$, dan $7,36 \pm 0,08$ log CFU/10 cm. Dapat dilihat juga pada gambar. Bahwa pertumbuhan biofilm yang ada pada permukaan *hydrophobic* lebih besar daripada di permukaan *hydrophilic*. Menurut Ongko *et al.*, (2014) permukaan *hydrophilic* cenderung memiliki *wettability* yang lebih tinggi daripada permukaan yang bersifat *hydrophobic*. Dengan sifat *wettability* tersebut, permukaan *hydrophilic* dapat menyerap *sanitizer* dengan lebih baik sehingga dapat mereduksi jumlah bakteri patogen yang ada pada permukaan tersebut secara lebih efektif. Bahan permukaan dengan tingkat hidrofobisitas dan hidrasi yang berbeda menghasilkan berbagai tingkat keefektifitasan yang berbeda. Permukaan hidrofobik lebih sulit dibersihkan daripada permukaan hidrofilik (C. Y. Kim *et al.*, 2017).



Gambar 13. Grafik pembentukan biofilm pada berbagai material peralatan produksi pangan (C. Y. Kim *et al.*, 2017)

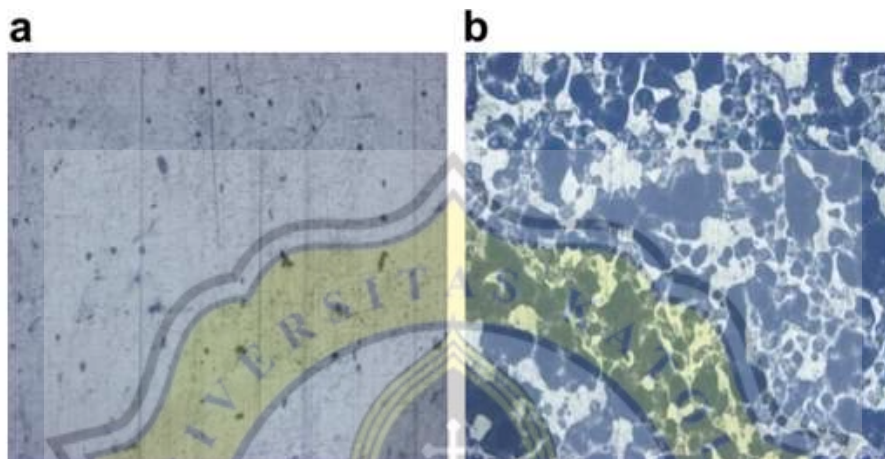


Gambar 14. Morfologi pembentukan biofilm pada permukaan *hydrophobic* (*polyethylene* (III halus, iii kasar), *polypropylene* (IV halus, iv kasar), kayu (V halus, v kasar)) dan permukaan *hydrophilic* (*stainless steel* (I halus, I kasar) dan kaca (II halus, ii kasar)) (H. Kim et al., 2019)

5.2. Kondisi permukaan peralatan yang digunakan pada alat produksi bahan pangan

Kondisi dari permukaan peralatan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi keefektifitasan kerja dari berbagai jenis *sanitizer*. Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan kasar lebih banyak daripada permukaan yang halus. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Chaturongkasumrit *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kekasaran permukaan material juga merupakan faktor penting yang dapat menghambat pembersihan dan sanitasi yang efektif. Pada penelitiannya ditemukan bahwa bakteri *Listeria monocytogenes* membentuk lebih banyak biofilm pada permukaan *belt conveyor* yang sudah lama dipakai, jika dibandingkan dengan permukaan *belt conveyor* yang baru. Pada permukaan *conveyor* yang lama, memiliki permukaan yang lebih kasar karena terdapat banyaknya goresan yang ada pada permukaan *belt conveyor* yang sudah lama dipakai. Pada perlakuan sanitasi dengan menggunakan *sanitizer* dengan perlakuan yang sama yaitu pada konsentrasi 1% dan suhu 30°C dengan waktu kontak 24 jam dapat dilihat bahwa jumlah reduksi mikroba *L. monocytogenes* yang ada pada permukaan yang baru memiliki jumlah yang lebih besar yaitu sebesar 6,83 log CFU reduction. Sedangkan pada permukaan lama, jumlah reduksi mikroba hanya sebesar 6,05 log CFU reduction. Menurut Chaturongkasumrit *et al.*, (2011) ini mungkin menunjukkan bahwa bakteri bersarang di retakan dan celah pada permukaan *belt conveyor* yang lama dan tidak dapat dengan mudah dihilangkan dengan *sanitizer*. Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Cezar A. Beltrame et al., (2015) yang membandingkan kerja dari berbagai *sanitizer* pada permukaan *cutting board* yang terbuat *polyethylene*. Permukaan *cutting board* yang diuji adalah permukaan baru dan permukaan yang sudah lama digunakan. Pada penelitian tersebut didapatkan suatu hasil dimana jumlah reduksi yang dilakukan pada setiap *sanitizer* akan berkurang pada permukaan yang

memiliki tingkat kekasaran permukaan yang lebih tinggi. Permukaan dengan tingkat kekasaran yang tinggi dapat menghambat proses sanitasi yang dilakukan untuk menghilangkan dan/atau menonaktifkan mikroorganisme sepenuhnya. Celah yang ada pada permukaan yang sudah lama digunakan menunjukkan kemungkinan untuk media pertumbuhan mikroba sehingga dapat berfungsi sebagai sumber kontaminasi (Freitas *et al.*, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa patogen dapat bertahan pada celah di permukaan dan dengan demikian proses sanitasi menjadi lebih sulit.



Gambar 15. Permukaan *conveyor belt* (a. baru; b. lama) (Chaturongkasumrit *et al.*, 2011)

5.3. Konsentrasi bahan *sanitizer*

Konsentrasi dari bahan *sanitizer* sangat mempengaruhi kinerja dari jenis *sanitizer* yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Korany *et al.*, (2018) yang meneliti efisiensi dari berbagai *sanitizer* terhadap bakteri *Listeria monocytogenes* pada permukaan yang terbuat dari bahan polystyrene. Pada penelitiannya ditemukan bahwa semua jenis *sanitizer* yang digunakan pada penelitiannya mengalami kenaikan angka reduksi pada mikroba *Listeria monocytogenes* dengan dinaikannya konsentrasi *sanitizer* tersebut pada konsentrasi maximum yang direkomendasikan. Pada konsentrasi minimum 80 ppm, PAA hanya mampu mereduksi sebesar $3,48 \pm 0,08$ log CFU reduction. Sedangkan pada konsentrasi maksimum yaitu 200 ppm, mampu mereduksi bakteri *Listeria monocytogenes* sebesar $4,99 \pm 0,09$ log CFU reduction. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hua *et al.*, (2019) juga menemukan bahwa dengan meningkatkan konsentrasi PAA dari 160 ppm, menjadi 200 ppm dapat meningkatkan efektivitas kerja dari PAA. Penggunaan PAA dengan konsentrasi maksimum yang direkomendasikan perlu dilakukan agar efisiensi kerja dari PAA tersebut dapat mencapai titik maksimal. Pada PAA dengan konsentrasi 200 ppm dalam penelitian yang dilakukan oleh Korany *et al.*, (2018) memiliki angka reduksi yang lebih sedikit daripada PAA pada konsentrasi

yang sama pada penelitian dari Hua *et al.*, (2019). Hal ini dapat disebabkan oleh sifat materi *polystyrene* yang lebih *hydrophobic*.

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi terhadap efektivitas *sanitizer*

Jenis <i>sanitizer</i>	Konsentrasi	Material peralatan	<i>Listeria monocytogenes</i> Log CFU reduction	Referensi
<i>Chlorine</i>	100 ppm	<i>Polystyrene</i>	1,91 ± 0,12	(Korany <i>et al.</i> , 2018)
	200 ppm		2,81 ± 0,14	
QAC	100 ppm		2,41 ± 0,25	
	400 ppm		3,06 ± 0,07	
<i>Peroxyacetic acid</i> (PAA)	80 ppm		3,48 ± 0,08	
	180 ppm		4,00 ± 0,06	
<i>Chlorine dioxide</i>	200 ppm		4,32 ± 0,09	(Hua <i>et al.</i> , 2019)
	2,5 ppm		1,1	
<i>Chlorine</i>	5 ppm		2,7	
	100 ppm		1,2	
<i>Peroxyacetic acid</i> (PAA)	200 ppm	<i>Stainless steel</i>	3,8	
	160 ppm		4,3	
	200 ppm		4,5	

5.4. Waktu kontak bahan *sanitizer*

Pada penelitian yang dilakukan oleh Al-Qadiri *et al.*, (2016) yang meneliti efisiensi kerja berbagai jenis *sanitizer* terhadap kontaminasi mikroba yang ada di *cutting board* menemukan bahwa waktu kontak mempengaruhi efektivitas kerja *sanitizer* terhadap reduksi mikroba. Pada *sanitizer* QAC, pada konsentrasi yang sama dengan waktu kontak 1 min mampu mereduksi mikroorganisme *E. coli* sebesar 3,4 log CFU reduction. Pada waktu kontak 3 menit, QAC mampu mereduksi sebesar 4,13 log CFU reduction dan pada waktu 5 menit mampu mereduksi sebesar 5,11 log CFU reduction. Hal serupa juga didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh C. Y. Kim *et al.*, (2017) yang meneliti resistensi *Staphylococcus aureus* pada permukaan kontak makanan dengan karakteristik permukaan yang berbeda terhadap *sanitizer*. Pada penelitian tersebut juga menyatakan bahwa kemampuan reduksi dari *sanitizer* akan meningkat jika jumlah waktu kontak ditingkatkan. Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa kinerja reduksi *chlorine* dalam mereduksi bakteri *Staphylococcus aureus* dapat meningkat dengan menaikkan jumlah waktu kontak pada perlakuan. Hua *et al.*, (2019) pada penelitiannya menyatakan bahwa dengan meningkatkan konsentrasi PAA dari 80 menjadi 200 ppm atau memperpanjang waktu kontak dari 1 hingga 5 menit pada konsentrasi tertentu akan meningkatkan efisiensi kerja PAA

secara umum. Sifat antimikroba QAC, klorin dioksida, dan klorin pada konsentrasi tertentu dapat ditingkatkan ketika meningkatkan waktu kontak dari 1 hingga 5 menit, yang didukung oleh laporan terbaru QAC dan klorin terhadap *biofilm L. monocytogenes* pada permukaan *Stainless steel* (DHOWLAGHAR, 2018).

Tabel 6. Pengaruh waktu kontak terhadap efektivitas kerja *sanitizer*

Jenis <i>sanitizer</i>	Waktu kontak (min)	<i>E. coli</i> O157:H7 Log CFU reduction	<i>Listeria</i> . <i>monocytogenes</i> Log CFU reduction	<i>S. aureus</i> Log CFU reduction	Referensi
QAC	1	3,40	3,63	3,77	(Al-Qadiri <i>et al.</i> , 2016)
	3	4,13	4,83	4,70	
	5	5,11	5,60	5,37	
<i>Chlorine</i>	3	-	-	5,05 ± 0,52	(C. Y. Kim <i>et al.</i> , 2017)
	5	-	-	4,85 ± 0,65	
	10	-	-	3,35 ± 0,59	

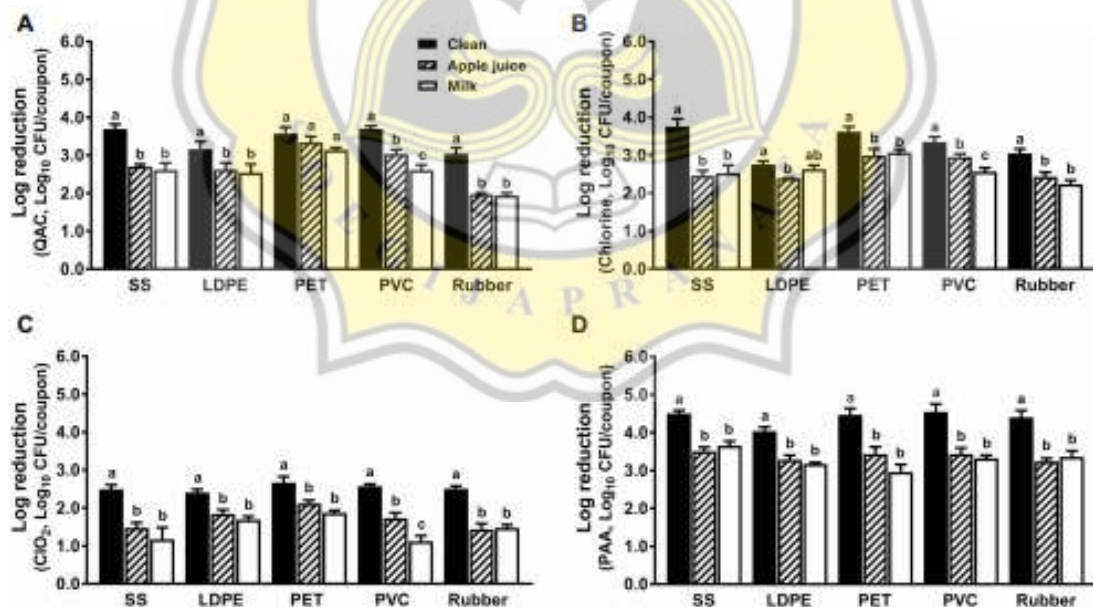
5.5. Keberadaan bahan organik

Keberadaan bahan organik pada permukaan peralatan mempengaruhi efektivitas kerja dari berbagai *sanitizer*. Bahan organik yang ada pada permukaan peralatan yang digunakan pada proses produksi pangan dapat berasal dari berbagai sumber, salah satunya adalah bahan sisa produksi pangan. Jika pembersihan yang dilakukan sebelum proses sanitasi tidak berjalan maksimal, proses sanitasi yang dilakukan akan menjadi tidak efektif. Residu makanan yang terbentuk pada permukaan kontak makanan dapat mengubah sifat fisikokimia permukaan dan berdampak pada efisiensi dari *sanitizer* (Abban *et al.*, 2012; Brown *et al.*, 2014). Pada penelitian yang dilakukan oleh Korany *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa pada setiap *sanitizer* yang diuji mengalami penurunan keefisienan dalam mereduksi biofilm *Listeria monocytogenes*. Pada tabel 7 dapat kita lihat bahwa dengan adanya cemaran susu yang ada pada permukaan peralatan, terjadi penurunan angka reduksi pada semua jenis *sanitizer*. Hasil serupa juga didapatkan pada penelitian dari Hua *et al.*, (2019) yang membandingkan efektivitas kerja *sanitizer* pada berbagai material permukaan peralatan dengan adanya cemaran organik. dapat dilihat dari gambar 13 bahwa semua jenis *sanitizer* di semua permukaan peralatan pangan mengalami penurunan nilai reduksi terhadap bakteri *Listeria monocytogenes* dengan adanya kehadiran cemaran organik seperti jus apel dan susu. Cemaran organik yang ada pada permukaan peralatan dapat membentuk lapisan protein yang dapat mengurangi sudut kontak air, sehingga menyebabkan penurunan hidrofobisitas permukaan kontak makanan

(Abban *et al.*, 2012; Park *et al.*, 2012). *Sanitizer* dapat mengalami kesulitan mencapai sel bakteri karena hambatan fisik dan kimia yang dibangun oleh zat eksopolisakarida dari matriks biofilm bersama dengan residu makanan sehingga membuat proses sanitasi tidak berjalan secara maksimal (da Silva Fernandes *et al.*, 2015). Oleh karena itu proses pembersihan dan penghilangan bahan organik/kotoran harus dilakukan secara efektif sebelum proses sanitasi untuk memaksimalkan efektivitas dari *sanitizer* (Korany *et al.*, 2018).

Tabel 7. Pengaruh keberadaan cemaran bahan organik terhadap efektivitas kerja *sanitizer*

Jenis <i>sanitizer</i>	konsentrasi	Tanpa cemaran Log CFU reduction	Cemaran susu Log CFU reduction	Referensi
<i>Chlorine</i>	200 ppm	2,81 ± 0,14	2,57 ± 0,11	(Korany <i>et al.</i> , 2018)
<i>Chlorine dioxide</i>	5,0 ppm	3,55 ± 0,10	1,48 ± 0,07	
QAC	400 ppm	3,06 ± 0,07	2,09 ± 0,05	
PAA	200 ppm	4,99 ± 0,09	3,91 ± 0,18	



Gambar 16. Grafik efisiensi empat *sanitizer* yang umum digunakan terhadap biofilm *L. monocytogenes* pada permukaan kontak makanan yang dikondisikan dengan bahan organik (A) *Quaternary ammonium compound* (QAC, 400 ppm); (B) *chlorine* (200 ppm); (C) *chlorine dioxide* (ClO₂, 5,0 ppm); (D) *peroxyacetic acid* (PAA, 200 ppm) (Hua *et al.*, 2019)