

3. PENGARUH BAHAN *SANITIZER* PADA PERALATAN BERBENTUK PLAT YANG DIGUNAKAN DALAM PROSES PRODUKSI DI INDUSTRI PENGOLAHAN HASIL LAUT (*SEAFOOD*).

Produk ikan dan udang merupakan salah satu komoditas hewani yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. udang memiliki kandungan gizi yang lengkap, seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral. Terdapat banyak sekali jenis industri pengolahan ikan yang ada di Indonesia, salah satunya adalah industri udang beku.

3.1 Profil Industri Udang kupas beku

Perikanan menjadi salah satu subsektor yang sangat berperan dalam perekonomian nasional. Subsektor ini dapat mendorong pertumbuhan agroindustri dengan penyediaan bahan baku, meningkatkan devisa negara dengan cara mengekspor hasil perikanan, menyediakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan petani, serta berkontribusi dalam peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) (KKP, 2013). Udang merupakan salah satu komoditas unggulan dari sektor perikanan. Udang tercatat berada pada peringkat kedua ekspor perikanan Indonesia setelah kelompok TTC (tuna, tongkol, cakalang) dengan volume sebesar 11,15% dan nilai ekspornya mencapai 33,10% (KKP, 2013). Indonesia merupakan salah satu eksportir udang terbesar di dunia. Udang ekspor Indonesia secara umum dibedakan atas dua jenis meliputi udang segar dan udang beku. Kondisi ini telah mengakibatkan banyak negara atau masyarakat menyediakan bahan baku udang tidak hanya tergantung pada penangkapan di laut, tetapi juga melakukan budidaya udang secara intensif dan cenderung besar-besaran dan kurang terkontrol. Pada umumnya, proses produksi di industri udang beku diawali oleh proses penerimaan bahan baku. Menurut SNI SNI 01-3458.3-2006 tujuan dari penerimaan bahan baku untuk mendapatkan bahan baku yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Setelah itu dilanjutkan dengan proses pencucian 1 yang bertujuan untuk mengurangi jumlah kotoran seperti lumpur, pasir, dan rumput dari udang, serta kontaminasi yang dapat terjadi pada bahan baku yang digunakan. Proses produksi dilanjutkan dengan proses pemotongan kepala dari bahan baku yang digunakan. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan bahan baku yang bersih dari kulit, mengurangi jumlah patogen yang ada pada udang, serta dapat memenuhi persyaratan mutu yang ada. Setelah itu dilakukan proses pengupasan dan pemotongan, sortasi, pencucian ke 2, perendaman, pengukusan, pendinginan, penyusunan, pengelasan, penimbangan dan proses terakhir yaitu pengemasan (Salampessy & Setyaningrum, 2020).

3.2. Jenis *sanitizer* yang efektif pada industri *seafood* (udang kupas)

Tabel 2. Efektivitas kerja berbagai jenis *sanitizer* terhadap bakteri patogen pada permukaan *stainless steel*

Bakteri patogen	Bahan <i>sanitizer</i>	Konsentrasi	Suhu (°C)	Waktu kotak (min)	Reduksi mikroba (CFU/cm ²)	Referensi
	<i>Iodine</i>	0,2%	25±2	10	2,0 log	
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Biguanide</i>	0,5%	25±2	10	2,9 log	Cabeca <i>et al.</i> , 2010
	QAC	0,5%	25±2	10	1,4 log	
	PAA	0,5%	25±2	10	1,1 log	
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Sodium hypochlorite</i>	100 ppm	22± 2	10	6.37± 0.67 log	Park <i>et al.</i> , 2012
	PAA	100 ppm	22± 2	10	5.30± 0.61 log	
<i>Listeria monocytogenes</i>	PAA	0,2%	25	10	4,2±0 log/ <i>coupon reductions</i>	Barbosa <i>et al.</i> , 2016
	<i>Biguanide</i>	0,5%	25	10	2,1±0,1 log/ <i>coupon reductions</i>	
	QAC	400 ppm	22	5	3,7 log 10 CFU/ <i>coupon reductions</i>	
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Chlorine dioxide</i>	5 ppm	22	5	2,7 CFU/ <i>coupon reductions</i>	Hua <i>et al.</i> , 2019
	<i>Chlorine</i>	200 ppm	22	5	3,8 CFU/ <i>coupon reductions</i>	

Bakteri patogen	Bahan <i>sanitizer</i>	Konsentrasi	Suhu (°C)	Waktu kotak (min)	Reduksi mikroba (CFU/cm ²)	Referensi
	PAA	200 ppm	22	5	4,5 log ₁₀ CFU/ <i>coupon reductions</i>	
<i>S. aureus</i>	<i>Iodine</i>	0,2%	25±2	10	2,4 log	Cabeca <i>et al.</i> , 2010
	<i>Biguanide</i>	0,5%	25±2	10	3,3 log	
	QAC	0,5%	25±2	10	2,8 log	
	PAA	0,5%	25±2	10	0,7 log	
<i>E.coli</i>	<i>Sodium hypochlorite</i>	100 ppm	22± 2	5	5,22± 0,91 log	Park <i>et al.</i> , 2012
	PAA	200 ppm	22± 2	5	2,66± 1,18 log	
<i>E.coli</i>	<i>Iodine</i>	0,2%	25±2	10	2,1 ± 0,3 log	Cabeca <i>et al.</i> , 2010
	<i>Biguanide</i>	0,5%	25±2	10	2,2 ± 0,5 log	
	QAC	0,5%	25±2	10	1,7 ± 0,5 log	
	PAA	0,5%	25±2	10	0,8 ± 1,2 log	

3.2.1. Efektivitas kerja berbagai jenis *sanitizer* terhadap berbagai bakteri patogen yang ada di industri udang kupas

Pada tabel 2 dapat kita lihat efektivitas kerja berbagai *sanitizer* terhadap berbagai bakteri patogen yang ada pada industri *seafood*. *Listeria monocytogenes* merupakan bakteri patogen yang paling sering ditemukan pada produk *seafood*. Pada industri *seafood* terutama industri udang, *Listeria monocytogenes* banyak ditemui pada berbagai peralatan pada proses produksi seperti *conveyor belt*, mesin pemotong, pisau, meja pemotong, pisau dan *cutting board* (Aryal & Muriana, 2019). Pada jurnal yang ditulis oleh Wan Norhana *et al.*, (2010) menyatakan bahwa *Listeria monocytogenes* pada proses pengolahan udang, banyak dijumpai pada peralatan proses produksi, bahan baku udang segar dan air yang digunakan pada proses produksi pengolahan produk udang. *Listeria monocytogenes* banyak ditemukan di produk-produk laut seperti udang, *crabmeat*, lobster, ikan fin dan *surimi-based products* (Donnelly & Diez-gonzalez, 2013). Terdapat berbagai macam *sanitizer* yang digunakan untuk sanitasi peralatan yang digunakan pada proses produksi di industri bahan pangan. Setiap jenis *sanitizer* menunjukkan tingkat efektivitas yang berbeda terhadap jenis bakteri patogen cemaran yang ada pada industri *seafood*. *Peracetic acid* (PAA) merupakan jenis *sanitizer* yang paling banyak digunakan pada industri *seafood* (Wong *et al.*, 2018).

PAA merupakan agen pengoksidasi yang lebih kuat daripada klorin (Aryal & Muriana, 2019). PAA sendiri merupakan suatu senyawa peroksida organik yang terbentuk dari reaksi antara *hidrogen peroksida* dan asam asetat. Dengan sifatnya yang merupakan pengoksidasi yang kuat, PAA sering digunakan sebagai *sanitizer* pada industri pangan (Park *et al.*, 2012; Singh *et al.*, 2018; Wong *et al.*, 2018). Popularitas PAA sebagai pembersih disebabkan oleh ruang lingkup aksinya melawan bakteri, ragi, dan jamur, dekomposisi menjadi produk sampingan yang tidak berbahaya, dan aplikasinya pada berbagai suhu (0–40° C) dan pH (3– 7,5) (Ding & Yang, 2013). PAA sangat aktif pada bakteri gram-positif dan gram-negatif dan sistem kerjanya sangat dipengaruhi oleh pH. Aktivitas PAA akan berkurang jika terjadi kenaikan pH diatas 7-8 (Schmidt, 2012). PAA memiliki bau yang tajam dan pada konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menjadi sangat beracun (Schmidt, 2012). Sebagai biosida pengoksidasi, PAA merusak protein, enzim dan metabolit lainnya, serta mengganggu permeabilitas sel (Finnegan *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2018). PAA dapat melepaskan oksigen aktif yang dapat mengganggu fungsi kemiosmotik membran sitoplasma lipoprotein dan transportasi melalui dislokasi atau pecahnya dinding sel (Barbosa *et al.*, 2016).

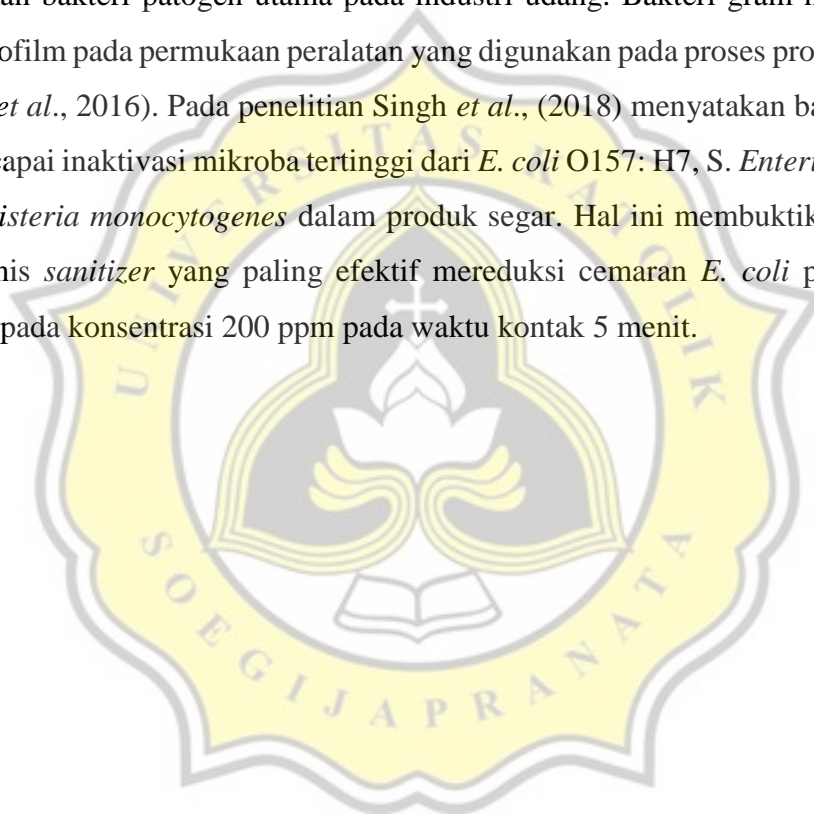
PAA merupakan *sanitizer* yang sangat cocok digunakan pada industri *seafood*. Pada tabel 2 dapat kita lihat bahwa tingkat efektivitas kerja dari jenis *sanitizer* yang beredar dipasaran terhadap berbagai bakteri patogen yang ada pada industri *seafood*. Pada percobaan yang dilakukan oleh Cabeça *et al.*, (2012) yang membandingkan efektivitas dari berbagai jenis *sanitizer* seperti PAA, QAC, *Biguanide* dan *Iodine* terhadap bakteri patogen yang ada di permukaan *stainless steel*, dapat kita lihat bahwa PAA memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi daripada jenis *sanitizer* lain yang diuji seperti QAC, *Biguanide* dan *Iodine*. Hal ini dibuktikan dengan membandingkan angka reduksi bakteri *listeria monocytogenes* pada setiap *sanitizer* dengan menggunakan konsentrasi dan suhu uji yang sama. Materi pembuatan alat yang digunakan pada pengujian juga memiliki materi yang sama, yaitu *stainless steel*. Sebelum melakukan percobaan, lempeng *stainless steel* yang digunakan terlebih dahulu dibersihkan dan disterilisasi. Lempeng *stainless steel* dibersihkan terlebih dahulu dengan air keran lalu, diikuti dengan tiga kali pencucian dengan air suling, dan disterilisasi pada autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Tujuan dilakukan pencucian dan proses sterilisasi adalah untuk meminimalisir kontaminasi silang yang dapat terjadi. Pada percobaan tersebut dapat kita lihat bahwa PAA memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi pada bakteri patogen *Listeria monocytogenes* jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* lainnya seperti *Biguanide*, *iodine* dan QAC dengan mereduksi bakteri patogen tersebut hingga tersisa 1,1 log CFU/cm². *Sanitizer* lain seperti QAC dan *iodine* hanya mampu mereduksi bakteri *Listeria monocytogenes* hingga angka masing-masing 1,4 log CFU/cm² dan 2,0 log CFU/cm². Pada percobaan tersebut dapat kita lihat bahwa *Biguanide* merupakan *sanitizer* yang sangat tidak efektif untuk membasmi bakteri patogen *listeria monocytogenes*. *Biguanide* hanya mampu mereduksi bakteri patogen *Listeria monocytogene* hingga mencapai level 2,9 log CFU/ cm². Hasil serupa juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Barbosa *et al.*, (2016) yang membandingkan efektivitas kerja *sanitizer Biguanide* dan PAA pada peralatan berbahan *stainless steel*. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa PAA memiliki efektivitas yang lebih tinggi daripada *Biguanide* dengan memiliki tingkat reduksi pada bakteri patogen *Listeria monocytogenes* sebesar 4,2±0log CFU/*coupon reductions*. *Biguanide* hanya mampu memiliki kekuatan mereduksi jumlah bakteri patogen *Listeria monocytogenes* sebesar 2,1±0,1 log CFU/*coupon reductions*.

Pada penelitian yang lakukan oleh Park *et al.*, (2012) menunjukkan bahwa *sanitizer* PAA pada konsentrasi 100 ppm lebih efisien mereduksi bakteri *Listeria monocytogene* pada permukaan *stainless steel* jika dibandingkan dengan *sanitizer sodium hypochlorite* (SHC). Pada suhu 22± 2 °C dan waktu kontak 10 menit, PAA mampu mereduksi bakteri *Listeria monocytogenes*

sebesar $5.30 \pm 0.61 \log_{10}$ CFU. Sedangkan pada konsentrasi, suhu dan waktu kontak yang sama, SHC hanya mampu mereduksi bakteri *Listeria monocytogenes* sebesar $6,37 \pm 0,67 \log_{10}$ CFU. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hua *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa pada permukaan yang berbahan dasar *stainless steel*, PAA memiliki efektivitas kerja antimikrobal terhadap bakteri *Listeria monocytogenes* paling tinggi jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* lainnya seperti *chlorine*, *chlorine* dioksida dan QAC. PAA dengan konsentrasi 200 ppm mampu mereduksi *L. monocytogenes* dengan laju reduksi sebesar $4,5 \log_{10}$ CFU/*coupon*. Hal ini menunjukkan bahwa *chlorine* dioksida tidak efektif digunakan pada industri *seafood* yang memiliki tingkat cemaran *L. monocytogenes* yang tinggi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Korany *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa efektivitas antimikrobal pada setiap jenis *sanitizer* akan lebih meningkat ketika konsentrasi yang digunakan juga ditingkatkan. Efisiensi sifat antimikrobal pada setiap jenis *sanitizer* dengan konsentrasi tertentu juga meningkat pada saat waktu kontak *sanitizer* juga meningkat. Berdasarkan hasil yang diperoleh, PAA merupakan jenis *sanitizer* yang paling efektif digunakan untuk mereduksi bakteri *Listeria monocytogenes* di permukaan *stainless steel*. PAA dapat efektif mereduksi bakteri *Listeria monocytogenes* pada konsentrasi 200 ppm dengan waktu kontak 5 menit.

Menurut Ibusquiza *et al.*, (2011) PAA memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi daripada jenis *sanitizer* lainnya karena PAA memiliki tingkat kereaktivitas yang tinggi, kapasitas oksidasi, laju dekomposisi, dan berat molekul yang rendah, yang bersama-sama memungkinkan PAA menembus matriks biofilm, sehingga dapat mencapai aktivitas bakterisidal. Selain efektif mereduksi jumlah bakteri, PAA juga terbukti lebih efektif mereduksi bakteri patogen yang ada pada industri *seafood* seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Cabeça *et al.*, (2012) pada penelitiannya menyatakan bahwa PAA pada konsentrasi 0,5 % dengan waktu kontak 10 menit memiliki sifat lebih efektif untuk mereduksi bakteri *Staphylococcus aureus* jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* lainnya dengan konsentrasi dan waktu kontak yang sama. PAA mampu mereduksi *Staphylococcus aureus* hingga mencapai $0,7 \log$ CFU/cm². Pada jenis *sanitizer* lain yang digunakan yaitu *biguaide* dan QAC, dapat kita lihat bahwa masing-masing jenis *sanitizer* hanya mampu mereduksi cemaran *Staphylococcus aureus* hingga mencapai $3,3 \log$ CFU/cm² dan $2,8 \log$ CFU/cm². Hal ini membuktikan bahwa PAA merupakan jenis *sanitizer* yang paling efektif mereduksi cemaran *Staphylococcus aureus* pada permukaan *stainless steel* pada konsentrasi 0,5% pada waktu kontak 10 menit.

Selain itu, PAA juga terbukti dapat mereduksi secara lebih efektif pada bakteri patogen *E. coli* pada permukaan bahan pangan. Cabeça *et al.*, (2012) pada penelitiannya menemukan bahwa PAA dengan konsentrasi 0,5% dengan suhu, waktu kontak dan material peralatan yang sama, lebih efektif mereduksi jumlah bakteri patogen *E. coli* dengan nilai reduksi sebesar $0,8 \pm 1,2$ log CFU/reduksi. Hasil serupa juga ditemukan oleh Park *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa PAA pada konsentrasi minimum pemakaian yaitu 200 ppm lebih efektif mereduksi jumlah bakteri patogen *E.coli* pada permukaan peralatan daripada *sanitizer Sodium hypochlorite* dengan konsentrasi 100 ppm. Pada penelitian yang dilakukan Wong *et al.*, (2018) PAA pada konsentrasi 5 ppm atau lebih tinggi efisien mereduksi bakteri patogen *V. parahaemolyticus* yang merupakan bakteri patogen utama pada industri udang. Bakteri gram negatif ini dapat membentuk biofilm pada permukaan peralatan yang digunakan pada proses produksi di industri *seafood* (Han *et al.*, 2016). Pada penelitian Singh *et al.*, (2018) menyatakan bahwa PAA pada 100 ppm mencapai inaktivasi mikroba tertinggi dari *E. coli* O157: H7, *S. Enterica typhimurium* DT104, dan *Listeria monocytogenes* dalam produk segar. Hal ini membuktikan bahwa PAA merupakan jenis *sanitizer* yang paling efektif mereduksi cemaran *E. coli* pada permukaan *stainless steel* pada konsentrasi 200 ppm pada waktu kontak 5 menit.



Tabel 3. Efektivitas kerja berbagai jenis *sanitizer* terhadap bakteri patogen pada berbagai jenis bahan material penyusun permukaan peralatan yang digunakan pada proses produksi pangan

Bahan <i>sanitizer</i>	Material penyusun peralatan	Konsentrasi	Suhu (°C)	Waktu kotak (min)	Laju Reduksi mikroba CFU/ <i>coupon reductions</i>	Referensi
<i>Chlorine dioxide</i>	<i>Stainless steel, LDPE, PVC, PET, Rubber</i>	5 ppm	22	5	2,4-2,7	(Hua <i>et al.</i> , 2019)
<i>Chlorine</i>	<i>Stainless steel, LDPE, PVC, PET, Rubber</i>	200 ppm	22	5	2,7-3,8	
PAA	<i>Stainless steel, LDPE, PVC, PET, Rubber</i>	200 ppm	22	5	4,0-4,5	
QAC	<i>Stainless steel, LDPE, PVC, PET, Rubber</i>	400 ppm	22	5	3,0-3,7	

Low-density polyethylene = LDPE

Polyvinyl chloride = PVC

Polyester = PET

3.2.2. Efektivitas kerja *Sanitizer* terhadap bakteri patogen pada berbagai jenis material.

Pada tabel ke 3, kita dapat melihat bahwa PAA merupakan jenis *sanitizer* yang memiliki kerja paling stabil jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* lain pada berbagai jenis material pembuatan peralatan. Berdasarkan data dari tabel 3 dapat ditarik kesimpulan bahwa PAA bekerja paling efektif untuk menurunkan level kontaminasi *Listeria monocytogenes* pada setiap material penyusun peralatan yang digunakan pada proses produksi pangan jika dibandingkan pada jenis *sanitizer* lain seperti QAC, *chlorine* dan *chlorine* dioksida. Efektivitas kerja PAA tetap stabil pada setiap permukaan pada penelitian seperti *stainless steel*, LDPE, PVC, PET dan karet. Pada konsentrasi 200 ppm dengan waktu kontak 5 menit, PAA terbukti efektif menurunkan *Listeria monocytogenes* hingga level 3,0-3,7 log₁₀. Dengan laju penurunan sebesar 4,0-4,4 log 10 CFU/*coupon reductions*. Laju reduksi tersebut memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan semua jenis *sanitizer* yang diuji.

Hasil serupa juga dikemukakan pada jurnal Korany *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi 160–200 ppm pada waktu kontak 1 menit, penggunaan PAA sebagai *sanitizer* paling efektif menurunkan kontaminasi bakteri *Listeria monocytogenes* pada permukaan *polystyrene* jika dibandingkan pada jenis *sanitizer* lainnya seperti QAC, *ozonated water*, *chlorine* dan *chlorine* dioxide. Menurut Cezar A. Beltrame *et al.*, (2015) menyatakan bahwa PAA merupakan *sanitizer* yang paling efisien untuk menghambat pertumbuhan bakteri *L.monocytogenes* pada permukaan *cutting board* yang ber material *polyethylene*. Pada konsentrasi 0,5% PAA terbukti dapat menginaktivasi sel bakteri *L. monocytogenes* yang ada pada *cutting board* dan dapat mengurangi jumlah bakteri *L. monocytogenes* hingga 100% pada 3 jam waktu kontak. Korany *et al.*, (2018) menyatakan bahwa efektivitas dari *sanitizer* PAA tetap stabil pada kondisi panas atau adanya senyawa organik yang ada pada permukaan peralatan. Pada konsentrasi 1,61% PAA terbukti efisien menghambat hampir 100% populasi microbial *Pseudomonas aeruginosa* biofilm pada permukaan *polystyrene* (Martín-espada *et al.*, 2014). Meski memiliki banyak sekali kelebihan, tentu penggunaan PAA untuk menjadi *sanitizer* peralatan kontak makaan memiliki kekurangan. Menurut Kakurinov, (2014) kekurangan yang dimiliki PAA untuk menjadi *sanitizer* adalah memiliki harga yang jauh lebih mahal daripada *chlorine*, memiliki tingkat efisiensi yang rendah pada cemaran *yeast* dan mold serta bersifat lebih explosive jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* jenis lain.