

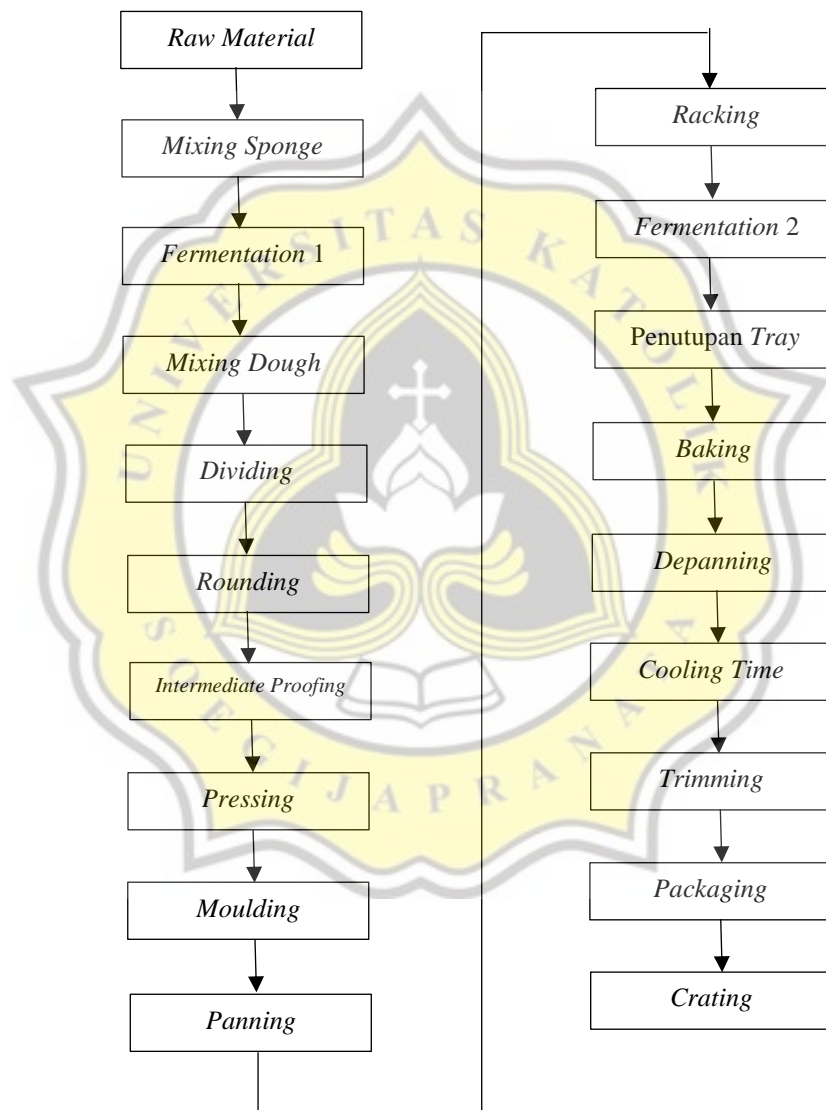
4. PENGARUH BAHAN *SANITIZER* PADA PERALATAN BERBENTUK PLAT YANG DIGUNAKAN DALAM PROSES PRODUKSI DI INDUSTRI *BAKERY*.

4.1. Profil Industri *bakery*

Industri *bakery* merupakan industri yang sangat berkembang di Indonesia. Industri roti (*bakery*) merupakan bagian dari industri makanan jadi yang memanfaatkan tepung terigu sebagai bahan baku utama dalam proses produksinya. Di dalam ilmu pangan, roti dikelompokkan dalam produk *bakery*, bersama dengan cake, donat, biskuit, roll, kraker, dan pie. Roti merupakan produk *bakery* yang paling pertama dikenal dan paling populer. Roti yang semula dikenal sebagai makanan penjajah di Indonesia kini semakin populer dalam pola konsumsi pangan penduduk Indonesia, terutama golongan menengah ke atas. Memang, mula-mula hanya pada kelompok masyarakat tertentu, sebatas sebagai sarapan pagi yang umumnya disajikan bersama-sama dengan telur dadar atau segelas susu. Kemudian berkembang menjadi pola makan masyarakat kota yang sibuk. Kini roti seringkali digunakan sebagai sarapan, kudapan dan makanan siap santap ketika dibutuhkan. Keberadaan roti yang mulai disukai oleh semua lapisan masyarakat menjadikan peluang usaha industri roti ini semakin menjanjikan. Hal ini tentu saja tidak terlepas dari analisa permintaan dan penawaran produk tersebut. Keadaan ini menjadikan skala usaha yang bergerak di bisnis roti pun beragam, mulai dari yang kecil atau bersifat Home Industri, menengah dan industri besar. Banyak dijumpai perusahaan roti berskala kecil di seluruh Indonesia yang tetap bertahan dan mampu berkembang meskipun terkena dampak krisis ekonomi.

Bahan dasar utama roti adalah tepung dan air yang difermentasikan oleh ragi, tetapi ada juga yang tidak menggunakan ragi. Namun kemajuan teknologi manusia membuat roti diolah dengan berbagai bahan seperti garam, minyak, mentega, ataupun telur untuk menambahkan kadar protein di dalamnya sehingga didapat tekstur dan rasa tertentu. Bahan baku utama yang digunakan untuk membuat roti adalah tepung terigu. Namun demikian tidak semua terigu bisa dipakai. Jenis terigu yang biasa dipakai untuk pembuatan roti adalah terigu dengan kandungan gluten atau protein gandum yang tinggi. Gluten ini berguna untuk mengembangkan adonan roti, sehingga roti menjadi empuk. Terdapat banyak sekali jenis roti yang diproduksi setiap harinya oleh industri *bakery*, salah satunya adalah roti tawar. Komposisi roti tawar umumnya terdiri dari 57 % tepung terigu, 36 % air, 1,6 % gula, 1,6 % *shortening* (mentega atau margarin), 1 % tepung susu, 1 % garam dapur, 0,8 % ragi roti (*yeast*), 0,8 % *malt* dan 0,2 % garam mineral. Proses produksi roti biasanya menggunakan tepung terigu yang mengandung protein tinggi.

Hal ini bertujuan agar tepung mampu menyerap air dalam jumlah besar sehingga memiliki konsistensi adonan yang tepat dan tingkat elastisitas yang baik untuk menghasilkan roti dengan remah halus, tekstur lembut, volume besar, dan mengandung 12-13 % protein. Proses pembuatan roti tawar secara garis besar meliputi proses pencampuran (*mixing*), proses pengadonan (*kneading*), fermentasi, pencetakan (*rounding*) dan pemanggangan (*roasting*). Proses produksi pada industri *bakery* dapat *dilihat* dari diagram alir yang ada pada di bawah ini:



Gambar 12. Diagram alir proses produksi roti tawar (Yana, 2015)

4.2. Cemaran yang ada pada Industri *Bakery*

Roti merupakan salah satu jenis makanan yang mudah rusak sehingga dapat mengalami perubahan fisik, kimiawi, sensorik dan mikrobiologis selama penyimpanannya. Pembusukan mikrobiologis sering menjadi faktor utama yang membatasi umur simpan produk roti. Kerusakan dari pertumbuhan mikroba dapat menyebabkan kerugian ekonomi baik bagi produsen maupun konsumen. Kerugian ini dapat disebabkan oleh banyak kasus individual seperti, pengemasan, praktik sanitasi di bidang manufaktur, kondisi penyimpanan, dan perputaran produk (Saranraj, 2012). Pada Industri *bakery*, fungi merupakan mikroorganisme cemaran yang sangat banyak ditemui di berbagai produk *bakery* (A. O. Bernardi *et al.*, 2018). Hal ini dikarenakan produk roti memiliki karakteristik memiliki aktivitas air yang cukup tinggi (0,94–0,98), memiliki tingkat keasaman yang rendah (pH = 5,5–6,0), dan memiliki kandungan karbohidrat yang banyak (A. O. Bernardi *et al.*, 2019; DAGNAS & MEMBRÉ, 2013). Cemaran yang disebabkan oleh fungi dapat berasal dari bahan baku mentah yang digunakan pada proses pembuatan roti seperti tepung terigu. Terdapat berbagai jenis fungi yang terdapat pada tepung terigu. Lane *et al.*, (2016) pada tepung gandum yang diuji, terdapat berbagai jenis fungi yang ditemukan. Pada penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pada sampel tepung gandum, *Penicillium* (38,2%) dan *Aspergillus* (23,6%) paling banyak ditemukan pada tepung gandum diikuti oleh *Aspergillus* dengan 19,1%. Garcia *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa serat gandum dan tepung terigu merupakan sumber utama *Penicillium roqueforti* di antara bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan roti. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Saranraj & Geetha, (2012) menunjukkan bahwa *H. burtonii* dapat mencemari peralatan yang digunakan untuk proses produksi roti seperti mesin pemotong, pendingin roti, *conveyor belt*, dan rak. Penelitian yang dilakukan oleh (M. V. Garcia *et al.*, 2019a) menunjukkan bahwa fungi dari genera *Aspergillus* (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus*) dan *Penicillium* (*Penicillium citrinum*, *Penicillium roqueforti*) ditemukan dari udara di fasilitas produksi. Spesies yang biasa ditemukan pada sampel bahan baku (*Aspergillus candidus*) dan roti berjamur (*Penicillium roqueforti*) juga ditemukan di tempat pengolahan.

Kontaminasi yang datang dari bahan baku yang digunakan pada proses produksi roti memegang peran penting dalam kontaminasi yang ada pada produk dan peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan roti (M. V. Garcia *et al.*, 2019a). Pada umumnya, sebagian spora fungi cemaran yang ada pada bahan baku akan menghilang pada proses pemanggangan (M. V Garcia *et al.*, 2019b), namun cemaran tersebut masih dapat mencemari produk *bakery* yang ada melalui udara yang ada disekitar fasilitas produksi tersebut. Spora yang ada pada

bahan baku seperti tepung, dapat tersebar pada berbagai peralatan yang ada di fasilitas produksi melalui udara (M. V Garcia *et al.*, 2019b). Hal ini dapat menyebabkan produk roti yang sudah melalui proses pemanggangan, dapat terkontaminasi kembali dengan spora fungi yang keberadaannya tersebar di peralatan yang digunakan pada proses produksi melalui udara. Hal ini juga didukung oleh pernyataan (A. O. Bernardi *et al.*, 2019) yang menyatakan bahwa rantai cemaran fungi dimulai dari kontaminasi spora yang ada pada tepung yang digunakan pada proses pembuatan roti. Lalu ketika tepung tersebut sebagai bahan baku produk *bakery*, spora tersebut tersebar di udara dan lingkungan pabrik, peralatan, dan permukaan dalam bentuk propagul. Menurut penelitian yang dilakukan oleh M. V. Garcia *et al.*, (2019a) proses produksi yang paling banyak ditemukan cemaran spora jamur adalah pada area pencampuran (*mixing*) dan proses pemotongan dan *packing*.

Cemaran yang ditimbulkan oleh spora fungi sangat merugikan bagi industri *bakery*. Spora fungi dapat merusak produk *bakery* sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang sangat besar bagi industri *bakery* (O. Bernardi *et al.*, 2019). Cemaran fungi dapat menyebabkan masalah yang sangat serius bagi kesehatan manusia karena sebagian fungi memproduksi mitotoksin yang sangat berbahaya bagi tubuh. Paparan mikotoksin dapat terjadi baik secara langsung dengan memakan roti yang dirusak oleh jamur mikotoksigenik atau secara tidak langsung sebagai akibat dari orang yang mengkonsumsi produk hewan yang diberi makan roti yang terkontaminasi. Mikotoksin sangat tahan dan dapat bertahan dari proses pemanasan yang dirancang untuk membunuh jamur. Telah dilaporkan bahwa 10% dari *Aspergillus spp.* dan *Penicillium spp.* beracun bagi tikus (Cauvain, 2015). Saat ini, lebih dari 400 mikotoksin diidentifikasi di dunia, tetapi kelompok mikotoksin terpenting yang cukup sering muncul dalam makanan adalah: aflatoksin (AFs: AFB1, AFG1, AFB2, AFG2) yang diproduksi oleh spesies *Aspergillus*, ochratoxin A (OTA) yang diproduksi oleh spesies *Aspergillus* dan *Penicillium*, trichothecenes (tipe A: HT-2 dan T-2 toxin, dan tipe B: deoxynivalenol (DON)), zearalenone (ZON), dan fumonisin B1 dan B2 (FBs: FB1 dan FB2) yang diproduksi oleh Spesies *Fusarium* (Salem & Ahmad, 2010). Sifat kimia dan biologi mikotoksin bervariasi dan efek toksiknya sangat bervariasi. Efek tersebut adalah karsinogenisitas, genotoksisitas, teratogenisitas, nefrotoksisitas, hepatotoksisitas, dan imunotoksisitas (Salem & Ahmad, 2010). Dengan adanya banyaknya cemaran fungi yang terjadi pada industri *bakery*, Pemilihan jenis *sanitizer* terhadap cemaran fungi sangat penting untuk dilakukan karena setiap jenis *sanitizer* memiliki keefektivitas yang berbeda pada cemaran fungi.

Tabel 4. Efektivitas kerja berbagai jenis *sanitizer* terhadap cemaran fungi yang ada pada industri *bakery*

Material penyusun	Bahan <i>sanitizer</i>	Konsentrasi (%)	Waktu kontak (menit)	<i>Efficacy against fungi</i>				Referensi
				<i>Aspergillus brasiliensi</i>	<i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Aspergillus. flavus,</i>	<i>Aspergillus niger</i>	
Stainless steel	<i>Peracetic acid</i>	0,15	15	+	+	-	-	(A. O. Bernardi <i>et al.</i> , 2018)
		1,5	15	++	++++	-	-	
		3,0	15	+++	++++	-	-	
	<i>Benzalkonium chloride</i>	2	15	+	+	-	-	
		3,5	15	++	++	-	-	
		5	15	+++	+++	-	-	
	<i>Biguanide</i>	2	15	-	+	-	-	
		3,5	15	-	++	-	-	
		5	15	-	+++	-	-	
	<i>Quaternary ammonia</i>	0,3	15	+	+	-	-	
		2,5	15	++	++	-	-	
		5	15	++	++	-	-	
<i>Sodium hypochlorite</i>	0,1	15	+++	++	-	-		
	0,5	15	++++	++++	-	-		
	1	15	++++	++++	-	-		
Stainless steel	<i>Benzalkonium chloride</i>	0,3	15	++	-	+++	+++	(Lemos <i>et al.</i> , 2020)

Material penyusun	Bahan sanitizer	Konsentrasi (%)	Waktu kontak (menit)	<i>Efficacy against fungi</i>				Referensi
				<i>Aspergillus brasiliensi</i>	<i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Aspergillus. flavus,</i>	<i>Aspergillus niger</i>	
		1,2	15	+++	-	++++	+++	
		2,0	15	+++++	-	+++++	++++	
	<i>Peracetic acid</i>	0,3	15	+	-	++	++	
		0,6	15	++	-	++	++	
		1	15	++	-	++	++	
		0,2	15	++	-	++	++	
		0,6	15	++++	-	++++	++	
	<i>Iodine</i>	1	15	++++	-	+++++	++++	
		2	15	++	-	+	++	
		3,5	15	++	-	+	++	
	<i>Biguanide</i>	5	15	++	-	++	++	
		0,5	15	++	-	++	++	
		0,75	15	++	-	++	+++	
	<i>Sodium hypochlorite</i>	1	15	++	-	++	+++	
		0,3	15	++	-	-	-	(Stefanello et al., 2020)
<i>Stainless steel</i>		<i>Benzalkonium chloride</i>	1,2	15	+++	-	-	-
		2,0	15	++++	-	-	-	

Material penyusun	Bahan sanitizer	Konsentrasi (%)	Waktu kontak (menit)	<i>Efficacy against fungi</i>				Referensi
				<i>Aspergillus brasiliensi</i>	<i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Aspergillus flavus,</i>	<i>Aspergillus niger</i>	
<i>Peracetic acid</i>		0,3	15	+	-	-	-	
		0,6	15	++	-	-	-	
		1	15	++	-	-	-	
		0,2	15	++	-	-	-	
<i>Iodine</i>		0,6	15	++++	-	-	-	
		1	15	++++	-	-	-	
		2	15	++	-	-	-	
		3,5	15	++	-	-	-	
<i>Biguanide</i>		5	15	++	-	-	-	

Keterangan:

++++++ = >5 log CFU

+++++ = 4-4,9 log CFU

++++ = 3-3,9 log CFU

+++ = 2-2,9 log CFU

++ = 1-1,9 log CFU

+ = <1 log CFU

- = 0

(Lemos et al., 2020; Stefanello et al., 2020)

++++ = maximum efficacy = 4 log CFU

+++ = good efficacy = 3,9 to 3 log CFU

++ = reduced efficacy = 2,9 to 2 log CFU

+ = poor efficacy = 1,9 to 1 log CFU

- = inefficacy or no effect = tidak ada perubahan

(A. O. Bernardi et al., 2018)

4.3. Efektivitas kerja *sanitizer* terhadap cemaran fungi pada industri *bakery*

Menegaro *et al.*, (2016) pada jurnalnya menyatakan bahwa *Sodium hypochlorite* merupakan jenis *sanitizer* yang sangat populer digunakan pada industri makanan di seluruh dunia. Akan tetapi, *Sodium hypochlorite* memiliki sifat yang tidak efektif untuk mereduksi kontaminasi spora jamur di industri makanan. *Peracetic acid* merupakan *sanitizer* kedua yang paling umum digunakan dalam industri makanan (Menegaro *et al.*, 2016), dan harus diprioritaskan dalam industri yang mengalami masalah karena pembusukan jamur. Selain itu penggunaan *Sodium hypochlorite* juga harus dikurangi karena memiliki sifat sebagai agen pengoksidasi yang kuat, sehingga penggunaannya dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan korosi pada peralatan. Pada umumnya penggunaan *Sodium hypochlorite* pada peralatan yang digunakan pada proses produksi hanya sebesar 200 – 800 ppm (Menegaro *et al.*, 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh A. O. Bernardi *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa *peracetic acid* merupakan jenis *sanitizer* yang paling efektif digunakan untuk mereduksi cemaran fungi pada peralatan yang di gunakan di industri makanan. Pada penelitiannya, setiap jenis *sanitizer* yang digunakan akan di uji pada berbagai macam konsentrasi yang direkomendasikan. Konsentrasi yang diuji adalah konsentrasi minimal, medium dan maksimal yang direkomendasikan. Sebelum dilakukan pengujian, plat *stainless steel* yang digunakan harus disterilisasi guna mencegah kontaminasi silang yang dapat terjadi. Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan PAA pada konsentrasi maksimal yang direkomendasikan yaitu 3% pada permukaan *stainless steel* sangat efektif mereduksi fungi jenis *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti*, dan *Aspergillus brasiliensi*.

Pada minimum konsentrasi yang direkomendasikan yaitu 0,15%, PAA tidak menunjukkan keefektifitasan sifat antifungal terhadap semua jenis fungi termasuk *Penicillium roqueforti*. Pada konsentrasi maksimum dan medium, PAA sangat efektif mereduksi semua jenis spesies fungi yang di uji termasuk *Penicillium roqueforti* sebesar 4 log 10. Pada penelitian yang dilakukan oleh Korukluoglu *et al.*, (2006) menemukan bahwa PAA memiliki efektivitas yang tinggi pada *A. niger* dan *P. roqueforti* pada konsentrasi 0,3% selama 55 atau 60 menit. PAA pada konsentrasi tinggi juga efektif untuk mereduksi fungi jenis *Aspergillus brasiliensi* (A. O. Bernardi *et al.*, 2018). Stefanello *et al.*, (2020) pada penelitiannya juga menyatakan bahwa PAA pada konsentrasi maksimum 1% memiliki sifat antifungal terbaik terhadap *Paecilomyces variotii*, *Paecilomyces niveus*, *Paecilomyces fulvus*, *Paecilomyces sp.* dan *Aspergillus neo glaber*. M. V. Garcia *et al.*, (2019) juga menyatakan bahwa PAA dianggap sebagai pembersih yang dapat digunakan untuk industri roti, setelah mampu mereduksi hingga 3 log *P. roqueforti*

dan lebih dari 6 log *Hyphopichia burtonii*. PAA digunakan karena memiliki sifat spektrum bakteri yang luas, cepat menonaktifkan mikroorganisme dan bekerja melalui prinsip oksidasi membran sel, dan dikategorikan sebagai asam yang aman secara toksikologi (A. O. Bernardi *et al.*, 2018). Karena aktivitas antimikrobanya, PAA merupakan alternatif yang efektif dan aman, selain memiliki biaya rendah, tidak meninggalkan residu, dan tidak menghasilkan produk sampingan yang berbahaya bagi lingkungan (Stefanello *et al.*, 2020).

Selain menggunakan PAA, *iodine* merupakan jenis *sanitizer* yang juga efektif digunakan pada industri *bakery*. *Iodine* memiliki mekanisme kerja yang menembus molekul dengan cepat ke dalam dinding sel mikroorganisme, menonaktifkan selnya, mengubah membran sel, dan mengganggu sintesis protein. Senyawa ini memiliki spektrum aksi yang luas dan bekerja melawan jamur, bakteri, dan virus (Stefanello *et al.*, 2020). Penggunaan *iodine* untuk bahan *sanitizer* yang digunakan pada peralatan produksi di industri *bakery* sangat direkomendasikan. Pada penelitian yang dilakukan Lemos *et al.*, (2020) yang membandingkan sifat antifungal berbagai jenis *sanitizer* terhadap *toxigenic Aspergillus*, menunjukkan bahwa *Iodine* merupakan *sanitizer* yang efektif digunakan untuk mereduksi semua jenis fungi yang di uji seperti *A. flavus*, *A. niger*, *A. brasiliensis* dan *A. nomius*. Pada penelitian ini, *iodine* pada konsentrasi 1% (konsentrasi rekomendasi tertinggi) mampu mereduksi *A. flavus* hingga > 5 log CFU/g. Pada mikroorganisme *A. brasiliensis*, *iodine* pada konsentrasi sedang (0,6%) dan maksimum (1%) mampu mereduksi sebesar 3-3,9 CFU/g. *Iodine* pada konsentrasi maksimal (1%) juga terbukti efektif mereduksi *A. niger* sebesar 3-3,9 CFU/g. Dengan perolehan angka reduksi pada setiap mikroorganisme yang diuji dengan konsentrasi yang sama, *Iodine* lebih efektif jika dibandingkan dengan jenis *sanitizers* lain yang diuji seperti *biguanide*, *peracetic acid* dan *sodium hypochlorite*.

Hasil serupa juga ditemukan oleh Stefanello *et al.*, (2020) yang meneliti sifat antifungal dari berbagai jenis *sanitizer* terhadap *heat-resistant molds*. *Iodine* pada konsentrasi maksimum (1%) mampu mereduksi *Aspergillus brasiliensis* sebesar 3-3,9 log CFU yang jumlahnya lebih besar daripada jenis *sanitizer* lain yang di uji seperti *Biguanide*, *peracetic acid*, dan *Sodium hypochlorite* pada konsentrasi yang sama sehingga memiliki sifat antifungal yang lebih baik. *Iodine* juga merupakan *sanitizer* yang menunjukkan hasil terbaik terhadap aflatoksigenik *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nomius*, dan *Aspergillus parasiticus* (Lemos *et al.*, 2020). Berdasarkan kajian di atas, penggunaan *Iodine* pada konsentrasi maksimal yaitu 1% pada waktu kontak 15 menit sangat efektif digunakan untuk mereduksi cemaran mikroorganisme

Aspergillus brasiliensi, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* dan *Aspergillus brasiliensis* pada permukaan peralatan *stainless steel*. Di sisi lain, kerugian menggunakan *Iodine* dapat mengubah bau dan rasa makanan, selain mungkin menodai beberapa bahan plastik (Stefanello et al., 2020)

Pada industri *bakery*, penggunaan *Benzalkonium chloride* sebagai bahan *sanitizer* pembersih peralatan sangat lah efektif. Industri *bakery* merupakan industri dengan bahan cemaran fungi yang menjadi cemaran utama (A. O. Bernardi et al., 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Lemos et al., 2020) menunjukkan tingkat efektivitas kerja dari *Benzalkonium chloride* terhadap cemaran fungi yang ada di industri makanan sangat tinggi. Pada penelitiannya, *Benzalkonium chloride* pada konsentrasi minimum (0,3%) mampu mereduksi 2-2,9 log CFU mikroorganisme *A. flavus* yang merupakan angka reduksi tertinggi dibandingkan jenis *sanitizer* lain yang diuji dengan konsentrasi yang sama. Pada konsentrasi maksimum yang direkomendasikan (1%) reduksi terhadap *A. flavus* mencapai nilai reduksi yang maksimal yaitu sebesar >5 log CFU. Pada mikroorganisme *A. niger* pada konsentrasi maksimum (1%), *Benzalkonium chloride* mampu mereduksi sebesar 3-3,9 log CFU dan pada mikroba *A. brasiliensis*, *Benzalkonium chloride* mampu mereduksi sebesar 4-4,9 log CFU. Dengan angka reduksi tersebut, *Benzalkonium chloride* memiliki tingkat efektivitas tertinggi jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* lain yang diuji.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Stefanello et al., (2020) menunjukkan bahwa *Benzalkonium chloride* memiliki tingkat efektivitas reduksi yang tinggi terhadap mikroba *Aspergillus brasiliensis* jika dibandingkan dengan jenis *sanitizer* yang diuji. *Benzalkonium chloride* mampu mereduksi mikroba *Aspergillus brasiliensis* sebesar 1-1,9 log CFU pada konsentrasi minimum (0,3%), 2-2,9 log CFU pada konsentrasi medium (1,2%) dan 3-3,9 log CFU pada konsentrasi maksimum (2%). *Benzalkonium chloride* memiliki spektrum mikroorganisme fungi yang luas, terbukti pada penelitian Lemos et al., (2020) *Benzalkonium chloride* efektif menghilangkan 14/15 strain yang diuji. Selain itu, Stefanello et al., (2020) dalam penelitiannya juga menemukan bahwa *Benzalkonium chloride* terbukti efektif dalam menghilangkan strain *P. variotii*, *P. niveus*, *Paecilomyces sp.* dan *A. neoglaber*. Penggunaannya pada industri pangan memiliki batas aman sebesar 700 hingga 2000 ppm untuk peralatan yang digunakan pada proses produksi pangan dan 700 hingga 3000 ppm pada peralatan yang tidak digunakan pada proses produksi pangan (Menegaro et al., 2016). Berdasarkan kajian diatas, dapat disimpulkan bahwa *Benzalkonium chloride* pada konsentrasi maksimal yaitu 2% memiliki tingkat

efektivitas yang sangat tinggi untuk mereduksi mikroba cemaran yang ada di industri *bakery* seperti *Aspergillus brasiliensis*, *Aspergillus brasiliensi*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* dan *Aspergillus brasiliensis* pada permukaan *stainless steel*. Di sisi lain, kerugian menggunakan *Benzalkonium chloride* adalah biaya tinggi dan kemanjuran rendah ketika kontak dengan protein dan media asam (Stefanello et al., 2020).

