

# Penentuan Titik Kritis Risiko Mikrobiologi dalam Rantai Penyediaan Minuman Es di Jakarta

## *Microbiological Risk Critical Point Determination in Iced Beverages Supply Chain in Jakarta*

Irma Septiani<sup>1)</sup>, Caecillia Chrismie Nurwitri<sup>1)</sup>, Winiati P. Rahayu<sup>1,2)\*</sup>, dan Nugroho Indrotristanto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>2)</sup>South East Asian Food and Agricultural Science and Technology Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>3)</sup>Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan, Badan POM, Jakarta

**Abstract.** *Iced beverages are frequently consumed in Jakarta. Ironically, they have a potential to carry on pathogenic bacteria. The aim of this study was to determine the critical points of microbiological risk in iced beverages supply chain in Jakarta, which was done using the first and second principles of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). The result showed that critical points (CPs) existed in every part of the supply chain: 2 CPs in home-scale ice producer, 3 CPs in factory-scale ice producer, 5 CPs in the distributor and 3 CPs in iced beverage vendor. The CPs in home-scale ice producer were water used for ice making (for producer who didn't boil the water), water boiling process, and water filling process, whereas those in factory-scale were water used for ice making, filtration, and ice sorting process. The CPs in ice distributor line were ice transportation, storage, washing, and crushing processes. In iced beverage vendor, the CPs were ice crushing, crushed ice storage, and ingredients mixing processes. The CPs found showed the importance for producer and food safety inspector to be aware and take actions to ensure the safety of iced beverages.*

**Keywords:** *critical points, food safety, HACCP, iced beverages, pathogenic bacteria*

**Abstrak.** Minuman es merupakan pangan yang sering dikonsumsi di Jakarta. Namun, minuman es berpotensi mengandung bakteri patogen. Penelitian ini bertujuan menentukan titik kritis risiko mikrobiologi di sepanjang rantai penyediaan minuman es di Jakarta. Penentuan tersebut dilakukan dengan menggunakan prinsip pertama dan kedua *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Hasilnya menunjukkan bahwa titik kritis (TK) terdapat di setiap bagian rantai penyediaan minuman es, yaitu: 2 TK di produsen es skala rumah tangga, 3 TK di produsen es skala pabrik, 5 TK pada distributor, dan 3 TK pada penjaja minuman es. TK di tingkat produsen es batu skala rumah tangga adalah air bahan baku es (pada produsen yang tidak merebus air bahan baku), perebusan, dan pengisian air ke dalam plastik, sedangkan di tingkat produsen es balok skala pabrik adalah air bahan baku es, filtrasi, dan penyortiran es. TK di tingkat distributor adalah distribusi es dari pabrik ke depot, penyimpanan es, pencucian es, pengecilan ukuran es, dan distribusi es ke lokasi penjaja. Di tingkat penjaja minuman es, TK-nya adalah pengecilan ukuran es, penyimpanan es, dan pencampuran es dengan bahan-bahan lain. Adanya titik-titik kritis tersebut menunjukkan pentingnya kesadaran dan tindakan setiap pihak yang terlibat dalam penyediaan minuman es dan pengawas keamanan pangan untuk menjamin keamanan produk tersebut.

**Kata Kunci:** bakteri patogen, HACCP, keamanan pangan, minuman es, titik kritis

**Aplikasi Praktis:** Penentuan titik kritis ini dapat digunakan dalam penyusunan strategi pengelolaan keamanan pangan, khususnya untuk perbaikan praktik produksi dan distribusi es batu dan minuman es demi peningkatan kualitas kesehatan masyarakat.

### PENDAHULUAN

Pangan jajanan anak sekolah kategori es dan minuman es pada tahun 2012 dan 2013 ditemukan tidak memenuhi syarat mikrobiologi sebanyak masing-masing 47% dan 41%. Syarat mikrobiologi yang dimaksud mencakup angka lempeng total dan *most probable number* koliform (BPOM 2013). Nurjanah *et al.* (2017) juga melaporkan adanya 11 sampel minuman es di Bogor

yang tercemar *E. coli*. Kualitas mikrobiologi minuman es dipengaruhi oleh kualitas mikrobiologi komponen-komponennya, salah satunya adalah es batu. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa es batu yang digunakan oleh penjaja makanan di Jakarta tercemar koliform fekal (Vollaard *et al.* 2004). Nurhasanah (2017) dan Putri (2015) masing-masing juga menemukan 27% dan 67% sampel es batu dari warung makan positif mengandung *E. coli*. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa

es batu dan minuman es berpotensi mengandung bahaya mikrobiologi. Namun, upaya pencegahan dan pengendalian bahaya mikrobiologi pada es batu dan minuman es belum dapat dilakukan secara optimal karena titik-titik tempat masuknya cemaran mikroba belum teridentifikasi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan titik-titik kritis risiko mikrobiologi di sepanjang rantai penyediaan minuman es, mulai dari produsen es batu hingga penjaja minuman es di Jakarta.

**BAHAN DAN METODE**

Penentuan titik kritis risiko mikrobiologi dalam penelitian ini dilakukan dengan menganalisis beberapa jenis rantai penyediaan minuman es. Rantai penyediaan tersebut diambil dari hasil survei BPOM yang dilakukan pada bulan Maret–September 2014 terhadap 46 penjaja minuman es, 11 distributor, dan 12 produsen es batu yang berlokasi di Jakarta yang kemudian dikelompokkan menjadi 9 jenis diagram alir berdasarkan kesamaan proses (BPOM 2014). Dalam penelitian ini dipilih 3 jenis diagram alir yang dianggap dapat mewakili rantai penyediaan minuman es di Jakarta (Gambar 1-3).

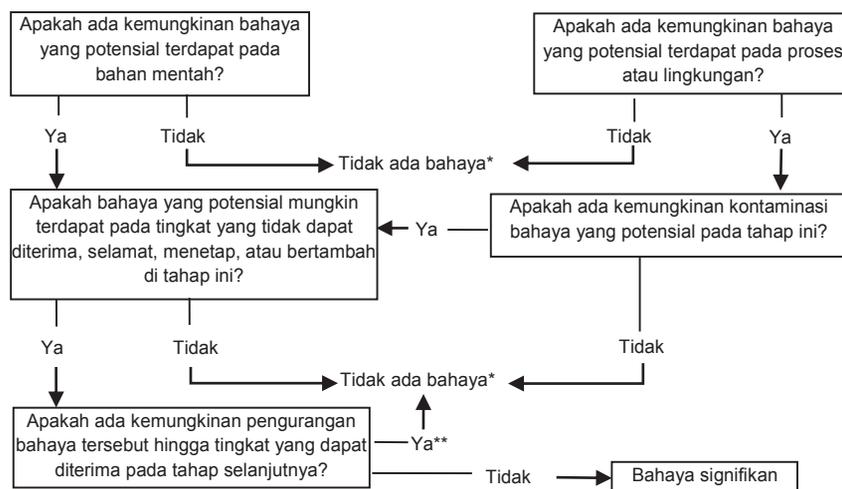
Penelitian ini menggunakan metode analisis bahaya dan penentuan titik kritis yang diadaptasi dari prinsip pertama dan kedua HACCP (Codex 2003). Analisis bahaya dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan daftar bahaya yang mungkin ada dalam setiap tahap proses, baik di tahap produksi, distribusi, maupun pengolahan es batu menjadi minuman es. Bahaya yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah *Salmonella Typhimurium*, *Vibrio cholerae* serogrup O1 dan O139, *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC), *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), dan *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC). Keenam jenis bakteri tersebut

didaftarkan berdasarkan kemungkinan keberadaannya pada air, es batu, dan/atau minuman es serta penyakit yang dapat ditimbulkannya. Tahap kedua adalah analisis untuk menentukan bahaya yang signifikan pada tiap tahap proses. Analisis ini dilakukan dengan mempertimbangkan data dari literatur dan bantuan pohon penentuan bahaya signifikan (Gambar 1). Pertanyaan-pertanyaan dalam pohon penentuan tersebut ditanyakan untuk setiap jenis bahaya pada setiap tahap proses. Berdasarkan hasil analisis bahaya, selanjutnya dilakukan penentuan titik kritis. Penentuan titik kritis dilakukan dengan menggunakan pohon penentuan titik kritis seperti pada Gambar 2.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Rantai penyediaan minuman es di Jakarta**

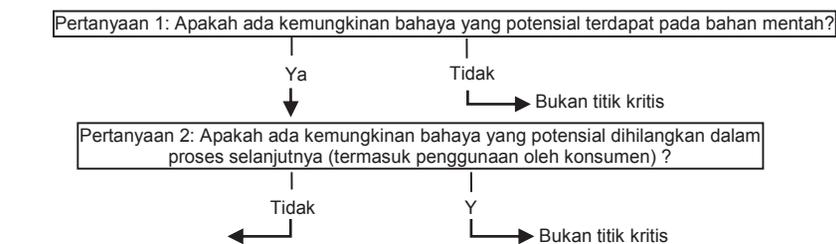
Diagram alir kelompok A dan B (Gambar 3 dan 4) menggambarkan rantai penyediaan minuman es yang melibatkan produsen es batu berskala rumah tangga dan penjaja minuman es yang adalah produsen itu sendiri atau penjaja minuman es lain yang membeli es batu kepadanya. Jenis es batu yang digunakan adalah es batu yang dicetak dalam plastik. Produk minuman es dari rantai penyediaan ini adalah minuman yang diberi hancuran es, seperti es teh dan es kelapa. Selain itu, terdapat juga produk berupa es serut yang dicampur dengan minuman serbuk instan. Dalam rantai penyediaan tersebut hanya terdapat produsen dan penjaja atau produsen sekaligus penjaja (tidak ada distributor). Diagram alir kelompok C (Gambar 5) menggambarkan rantai penyediaan es batu balok yang dibuat di pabrik es, kemudian didistribusikan oleh distributor, lalu disajikan dalam bentuk minuman es. Jenis minuman es yang disajikan adalah minuman serbuk instan yang dilarutkan dengan air minum isi ulang dan diberi hancuran es batu.



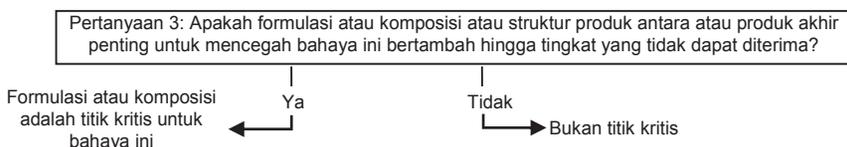
\*bukan bahaya yang harus dikendalikan pada tahap ini  
 \*\*tahap pengurangan bahaya menjadi titik kritis

**Gambar 1.** Pohon penentuan bahaya signifikan (Septiani 2014)

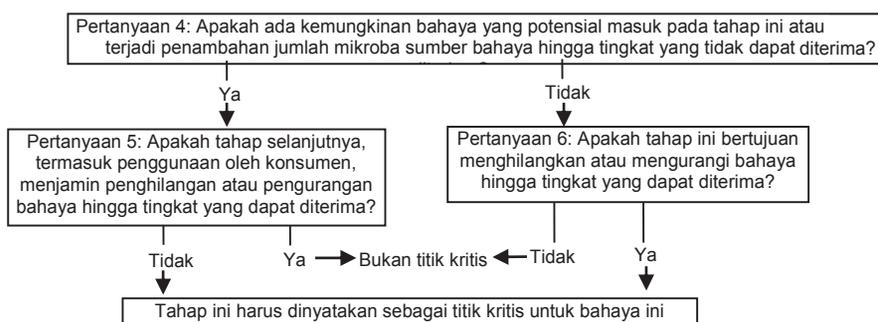
**Pertanyaan untuk setiap bahan mentah yang digunakan**



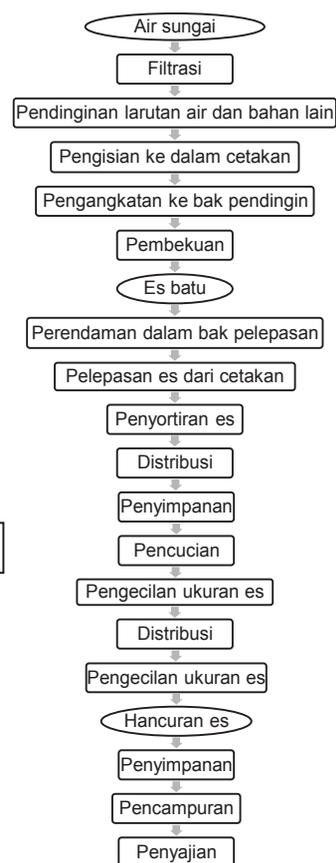
**Pertanyaan untuk setiap produk antara atau produk akhir**



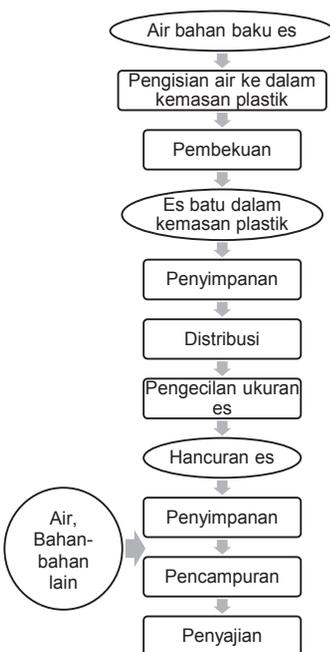
**Pertanyaan untuk setiap tahap proses**



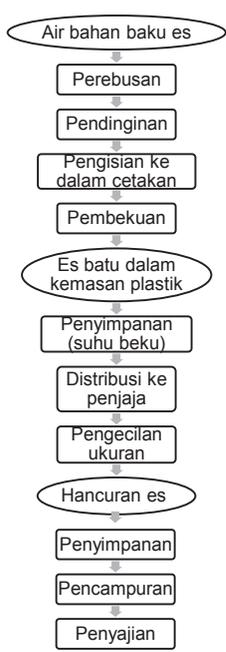
**Gambar 2.** Pohon penentuan titik kritis (Septiani 2014)



**Gambar 5.** Diagram alir kelompok C (BPOM 2014)



**Gambar 3.** Diagram alir kelompok A (BPOM 2014)



**Gambar 4.** Diagram alir kelompok B (BPOM 2014)

kontaminasi, tangan pekerja, dan permukaan alat angkut atau kemasan yang digunakan dalam proses distribusi.

**Tabel 1.** Bahaya signifikan dan titik kritis yang teridentifikasi pada setiap tahap proses penyediaan minuman es diagram alir A

Tahap	Jenis Bahaya Signifikan					
	S. Typ <sup>a</sup>	V. cho <sup>b</sup>	EHEC	ETEC	EPEC	EIEC
<b>Produsen</b>						
Air bahan baku es	√	√	√	√	√	√
Pengisian air ke dalam kemasan plastik	√	x	√	x	x	√
Pembekuan	x	x	x	x	x	x
Es batu dalam kemasan plastik	√	√	√	√	√	√
Penyimpanan	x	x	x	x	x	x
<b>Penjaja</b>						
Distribusi ke lokasi penjaja	x	x	x	x	x	x
Pengecilan ukuran es	√	x	√	x	x	√
Hancuran es	√	√	√	√	√	√
Penyimpanan	√	x	x	x	x	x
Pencampuran	√	√	√	√	√	√
Penyajian	x	x	x	x	x	x

Keterangan: √ : bahaya signifikan pada tahap ini; <sup>a</sup> : *Salmonella* Typhimurium; x : bukan bahaya signifikan pada tahap ini; <sup>b</sup> : *Vibrio cholerae*

**Analisis bahaya**

Tahap analisis bahaya dilakukan terhadap masing-masing diagram alir dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1-3. Hasil analisis bahaya menunjukkan adanya potensi bahaya yang signifikan pada beberapa tahap proses penyediaan minuman es di Jakarta. Bahaya tersebut kemungkinan berasal dari air bahan baku yang ter-

*Salmonella* Typhimurium teridentifikasi sebagai bahaya signifikan yang berpotensi terdapat pada beberapa tahap dan bahan. Artinya, *S. Typhimurium* mungkin ada pada jumlah yang dapat menyebabkan infeksi dan tahap atau bahan tersebut maupun tahap-tahap selanjutnya tidak dapat mengurangi jumlahnya hingga di bawah dosis infeksi. *Salmonella* Typhimurium adalah salah satu

serovar *Salmonella enterica* yang dapat menyebabkan *nontyphoidal salmonellosis* pada manusia, yang gejalanya berupa mual, muntah, dan diare, yang umumnya dapat sembuh dengan sendirinya dalam 7 hari, namun jika tidak ditangani dengan tepat dapat menyebabkan kematian pada anak-anak, lansia, dan orang yang ketahanan tubuhnya rendah (Andino dan Hanning 2015; FDA 2012). Kasus kematian global yang diakibatkan oleh *nontyphoidal Salmonella enterica* melalui pangan, diestimasi mencapai 59 000 kematian dalam 1 tahun dan merupakan angka yang tertinggi di antara penyebab lainnya (WHO 2015). Dosis infeksi bakteri ini adalah <50-138 000 sel (Todd *et al.* 2008a).

**Tabel 2.** Bahaya signifikan dan titik kritis yang teridentifikasi pada setiap tahap proses penyediaan minuman es diagram alir B

Tahap	Jenis Bahaya Signifikan					
	S. Typ <sup>a</sup>	V. cho <sup>b</sup>	EHEC	ETEC	EPEC	EIEC
<b>Produsen</b>						
Air bahan baku es	x	x	x	x	x	x
Perebusan	√	√	√	√	√	√
Pendinginan	x	x	x	x	x	x
Pengisian air ke dalam plastik	√	x	√	x	x	√
Pembekuan	x	x	x	x	x	x
Es batu dalam plastik	√	x	√	x	x	√
Penyimpanan	x	x	x	x	x	x
<b>Penjaja</b>						
Distribusi ke lokasi penjaja	x	x	x	x	x	x
Pengecilan ukuran es	√	x	√	x	x	√
Hancuran es	√	x	√	x	x	√
Penyimpanan	√	x	x	x	x	x
Pencampuran	√	√	√	√	√	√
Penyajian	x	x	x	x	x	x

Keterangan: √ : bahaya signifikan pada tahap ini; <sup>a</sup> : *Salmonella Typhimurium*; x : bukan bahaya signifikan pada tahap ini; <sup>b</sup> : *Vibrio cholerae*

Kontaminasi *Salmonella Typhimurium* mungkin berasal dari tangan pekerja yang menangani es batu dan minuman es. Sebanyak 3% penjaja makanan di Jakarta merupakan *carrier Salmonella nontyphoidal* (Vollaard *et al.* 2004). Proses pengisian air ke dalam plastik, penyortiran es, distribusi, pengecilan ukuran es, dan pencampuran es dengan bahan lain ketika membuat minuman es melibatkan pekerja yang mungkin membawa bakteri ini, sehingga bahaya ini menjadi signifikan pada tahap-tahap tersebut. Kontaminasi *Salmonella* juga dapat berasal dari air yang terkontaminasi feses (Levantesi *et al.* 2012). Vollaard *et al.* (2004) menyatakan bahwa sumber air minum dan pembuangan kotoran manusia di Jakarta terindikasi tidak terpisah sepenuhnya. Dengan demikian, air bahan baku es batu dan minuman es serta proses pencucian es dianggap mengandung bahaya *S. Typhimurium* yang signifikan.

*Salmonella Typhimurium* juga mungkin terdapat pada es batu. Waturangi *et al.* (2012b) menemukan 568 koloni terduga *Salmonella* pada es batu di Jakarta, dengan 3% di antaranya terindikasi sebagai *S. Typhimurium*. Proses pembekuan tidak dapat dianggap sebagai cara yang efektif untuk mengurangi jumlah bakteri (Chaves *et*

*al.* 2011). Berdasarkan temuan tersebut, es batu, baik yang masih utuh maupun yang berupa hancuran, dianggap mengandung bahaya mikrobiologi dari *S. Typhimurium* yang signifikan.

**Tabel 3.** Bahaya signifikan dan titik kritis yang teridentifikasi pada setiap tahap proses penyediaan minuman es diagram alir C

Tahap	Jenis Bahaya Signifikan					
	S. Typ <sup>a</sup>	V. cho <sup>b</sup>	EHEC	ETEC	EPEC	EIEC
<b>Produsen</b>						
Air bahan baku es	√	√	√	√	√	√
Filtrasi	√	√	√	√	√	√
Pendinginan larutan air dan bahan lain	x	x	x	x	x	x
Pengisian ke dalam cetakan	x	x	x	x	x	x
Pengangkatan ke bak pendingin	x	x	x	x	x	x
Pembekuan	x	x	x	x	x	x
Es batu dalam bak	√	√	x	x	x	x
Perendaman dalam bak pelepasan	x	x	x	x	x	x
Pelepasan es dari cetakan	x	x	x	x	x	x
Penyortiran es dalam bak	√	x	√	x	x	√
<b>Distributor</b>						
Distribusi dari pabrik ke depot	√	x	√	x	x	√
Penyimpanan es	√	x	x	x	x	x
Pencucian es	√	√	√	√	√	√
Pengecilan ukuran es	√	x	√	x	x	√
Distribusi ke lokasi penjaja	√	x	√	x	x	√
<b>Penjaja</b>						
Pengecilan ukuran es	√	x	√	x	x	√
Hancuran es	√	√	√	√	√	√
Penyimpanan	√	x	x	x	x	x
Pencampuran	√	√	√	√	√	√
Penyajian	x	x	x	x	x	x

Keterangan: √ : bahaya signifikan pada tahap ini; <sup>a</sup> : *Salmonella Typhimurium*; x : bukan bahaya signifikan pada tahap ini; <sup>b</sup> : *Vibrio cholerae*

Proses distribusi dan penyimpanan es batu juga dapat menjadi kesempatan bakteri ini bertahan dan tumbuh. *Salmonella Typhimurium* diketahui memiliki kemampuan bertahan pada suhu pembekuan (Pradhan *et al.* 2012; Strawn dan Danyluk 2009; Dominguez dan Schaffner 2009), bahkan tumbuh pada es batu yang sedang mencair (Dewanti-Hariyadi dan Hartini 2006). Hal ini berarti bahwa jika pada proses produksi dan penanganan terjadi kontaminasi *S. Typhimurium*, tahap distribusi dan penyimpanan es kemungkinan dapat mengandung bahaya *S. Typhimurium* yang signifikan.

*Vibrio cholerae* serogrup O1 dan O139 (selanjutnya disebut *Vibrio cholerae*) juga dianggap sebagai bahaya yang signifikan yang berpotensi terdapat pada beberapa tahap dan bahan pembuatan minuman es. Kedua serogrup *Vibrio cholerae* tersebut adalah penyebab penyakit kolera pada manusia, dengan dosis infeksi sekitar 10<sup>3</sup>-10<sup>6</sup> sel. Penyakit ini dapat sembuh dengan sendirinya, namun dapat menyebabkan kematian pada kasus yang berat dan tidak ditangani tepat waktu (FDA 2012; Todd *et al.* 2008a). Jumlah kematian akibat *Vibrio cholerae* yang

terdapat pada pangan diestimasi mencapai 24 000 kasus dalam 1 tahun, atau peringkat ke-6 di antara penyebab lainnya (WHO 2015).

*Vibrio cholerae* merupakan bakteri yang secara alami terdapat di air, sehingga ada kemungkinan air bahan baku es dan minuman es serta air yang digunakan untuk mencuci es mengandung bakteri ini. *Vibrio cholerae* sangat rentan terhadap suhu tinggi (mulai inaktif pada suhu > 45°C) dan suhu rendah, khususnya pembekuan (FDA 2012). Namun, keberadaan *V. cholerae* ditemukan pada es batu di Jakarta (Waturangi *et al.* 2012a; Waturangi *et al.* 2012c). Dengan demikian, bahaya mikrobiologi dari *Vibrio cholerae* dianggap tidak signifikan pada air yang mengalami proses perebusan, namun signifikan pada air yang tidak direbus serta produk es batu maupun hancurnya yang dibuat dari air yang tidak direbus, dengan asumsi bakteri tersebut ada pada jumlah melebihi dosis infeksi.

EHEC dan EIEC dianggap sebagai bahaya mikrobiologi yang signifikan yang berpotensi terdapat pada beberapa tahap dan bahan pembuatan minuman es. EHEC merupakan salah satu subset *Shiga-toxigenic Escherichia coli* yang dapat menyebar melalui pangan atau air yang terkontaminasi. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada manusia dengan dosis infeksi 10 sampai 100 sel untuk strain O157:H7 dan sedikit lebih banyak untuk strain lain. Infeksi EHEC dapat terjadi tanpa gejala hingga komplikasi yang berat. Gejala akut infeksi EHEC disebut *hemorrhagic colitis* dan dapat berkembang menjadi *hemolytic uremic syndrome* atau *thrombotic thrombocytopenia purpura* yang mengancam hidup. EIEC memiliki dosis infeksi 200 sampai 5 000 sel. EIEC dapat menyebar melalui air atau pangan yang terkontaminasi maupun melalui kontak langsung dengan penderita infeksi. Gejala infeksi EIEC antara lain: diare bercampur darah dan lendir, kram perut, muntah, demam, dan meriang. Pada manusia sehat, infeksi EIEC umumnya dapat sembuh dengan sendirinya. Namun pada kasus yang lebih berat, diperlukan penanganan medis untuk menanggulangi kehilangan cairan dan mineral (FDA 2012; Castro-Rosas *et al.* 2012).

EHEC dan EIEC dapat masuk ke minuman es melalui air bahan baku dan air pencuci es batu jika air tersebut tercemar kotoran manusia yang terinfeksi. Air minum yang digunakan oleh penjaja makanan di Jakarta lebih dari separuhnya terkontaminasi koliform fekal, yang menunjukkan potensi kontaminasi EHEC dan EIEC (Vollaard *et al.* 2004). Dosis infeksi EHEC dan EIEC yang rendah memperbesar risiko terjadinya infeksi. Selain itu, EHEC juga diketahui mampu bertahan pada suhu rendah dan beku (Strawn dan Danyluk 2009).

EHEC dan EIEC juga dapat mengontaminasi minuman es melalui tangan pekerja. Dengan jumlah koliform fekal yang terdapat pada tangan berkisar 5 sampai 2 000 CFU (Todd *et al.* 2008b) dan dosis infeksi sekitar 10 sampai 100 sel untuk EHEC dan 200 sampai 5 000 sel untuk EIEC (FDA 2012), kemungkinan terjadinya infeksi karena kontaminasi dari tangan pekerja cukup besar. Dengan demikian, proses-proses yang memung-

kinkan tangan pekerja menyentuh es, seperti pengisian air ke dalam plastik, penyortiran es balok, distribusi dari pabrik ke depot dan dari depot ke lokasi penjaja, pengecilan ukuran es, dan pencampuran es dengan bahan minuman es dianggap mengandung bahaya EHEC dan EIEC yang signifikan.

Jumlah EHEC dan EIEC dalam es batu maupun produknya belum diketahui, namun Nurhasanah (2017) dan Putri (2015) masing-masing menemukan *E. coli* pada 27% dan 67% sampel es batu di tingkat distribusi terakhir. Dengan asumsi EHEC dan EIEC ada pada jumlah yang dapat menyebabkan infeksi, maka es batu dalam kemasan plastik dan hancuran es dianggap mengandung bahaya EHEC dan EIEC yang signifikan. Es batu balok yang baru diproduksi dianggap tidak mengandung bahaya yang signifikan dari bakteri ini karena tidak ditemukan adanya *E. coli* pada produk tersebut (Firlieyanti 2006).

ETEC dan EPEC dianggap sebagai bahaya yang signifikan yang berpotensi terdapat pada beberapa tahap dan bahan pembuatan minuman es. ETEC dan EPEC dapat menyebabkan infeksi pada orang dewasa jika jumlahnya mencapai  $10^6$ - $10^{10}$  sel dengan gejala seperti diare dan muntah. Penyebarannya dapat melalui air atau pangan yang terkontaminasi. (FDA 2012; Castro-Rosas *et al.* 2012). ETEC dan EPEC juga menyebabkan kematian dengan estimasi jumlah mencapai masing-masing 26.000 dan 37.000 (WHO 2015).

Kedua jenis bakteri ini menjadi bahaya yang signifikan pada air bahan baku es, pencucian es, dan pencampuran es dengan bahan lain untuk pembuatan minuman es karena dapat menyebar melalui air dan ditemukan kontaminasi koliform fekal pada air minum di Jakarta seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Selain itu, air minum isi ulang (AMIU) yang digunakan untuk membuat minuman es juga dapat menjadi sumber cemaran kedua kelompok *E. coli* ini karena beberapa penelitian menemukan adanya kontaminasi *E. coli* pada AMIU (Apriliana *et al.* 2014; Bambang *et al.* 2014; Wandriviel *et al.* 2012).

Pengisian air ke dalam plastik, es batu dalam plastik dan hancuran es yang dibuat dari air yang direbus, penyortiran es, distribusi, dan pengecilan ukuran es dianggap mengandung bahaya EHEC dan EIEC namun tidak mengandung bahaya ETEC dan EPEC yang signifikan. Hal ini disebabkan dosis infeksi EHEC dan EIEC yang lebih rendah daripada ETEC dan EPEC, sehingga kemungkinan terjadinya infeksi EHEC dan EIEC lebih besar. Kemungkinan kontaminasi bakteri dari tangan pekerja pada tahap-tahap proses yang telah disebutkan maupun es batu dalam plastik yang dibuat dari air yang telah direbus diperkirakan rendah. Namun, karena dosis infeksi EHEC dan EIEC rendah, bahaya dari bakteri ini dapat dianggap signifikan.

Keenam jenis bakteri patogen yang didaftarkan menjadi bahaya yang signifikan pada tahap perebusan dan filtrasi. Tahap perebusan sangat penting karena merupakan satu-satunya cara pengurangan mikroba pada air bahan baku. Filtrasi tidak menjamin air bebas dari bahaya mikrobiologi karena alat filtrasi dapat menjadi tempat pembentukan biofilm yang menyebabkan alat tersebut

menjadi tidak efektif (Bereschenko *et al.* 2010; Graf von der Schulenburg *et al.* 2008; Vonberg *et al.* 2008; Vrouwenvelder *et al.* 2008). Dengan demikian, keenam jenis bakteri patogen dianggap sebagai bahaya yang signifikan pada proses perebusan dan filtrasi.

**Penentuan titik kritis**

Titik kritis adalah bahan atau proses yang dapat menjadi titik terjadinya kontaminasi atau yang berperan dalam pengendalian kontaminasi mikroba sumber bahaya pada es batu. Titik kritis yang teridentifikasi pada tiap jenis diagram alir disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Titik kritis yang teridentifikasi pada setiap jenis diagram alir proses penyediaan minuman es di Jakarta

Tahap/Bahan	Kelompok Diagram Alir (BPOM 2014)		
	A	B	C
<b>Produsen</b>			
Air bahan baku es	√	x	√
Filtrasi	-	-	√
Perebusan	-	√	-
Pengisian air ke dalam plastik	√	√	-
Es batu	x	x	x
Penyortiran es	-	-	√
<b>Distributor</b>			
Distribusi es dari pabrik ke depot	-	-	√
Penyimpanan es	-	-	√
Pencucian es	-	-	√
Pengecilan ukuran es	-	-	√
Distribusi es ke lokasi penjaja	-	-	√
<b>Penjaja</b>			
Pengecilan ukuran es	√	√	√
Hancuran es	x	x	x
Penyimpanan	√	√	√
Pencampuran	√	√	√

Keterangan: √ titik kritis; x : bukan titik kritis; tidak terdapat proses tersebut dalam diagram alir

Titik kritis yang teridentifikasi di tingkat produsen skala rumah tangga (kelompok diagram alir A dan B) adalah air bahan baku es, perebusan, dan pengisian air ke dalam plastik (Tabel 4). Air bahan baku es menjadi titik kritis pada kelompok A karena air bahan baku tersebut kemungkinan mengandung bahaya signifikan dan tidak ada tahap yang dapat mengurangi jumlah mikroba. Kelompok B memiliki proses perebusan yang dapat menginaktivasi bakteri patogen, sehingga air bahan baku tidak menjadi titik kritis pada kelompok tersebut. Jika kualitas mikrobiologi air bahan baku es pada proses yang digambarkan oleh kelompok A tidak dikendalikan, maka es yang diproduksi dapat terkontaminasi dan membahayakan kesehatan orang yang mengonsumsinya. Di sisi lain, perebusan menjadi titik kritis pada kelompok B karena tahap tersebut penting untuk mengeliminasi bakteri patogen. Pengisian air ke dalam plastik menjadi titik kritis pada semua kelompok tersebut karena ada peluang terjadinya kontaminasi silang pada tahap tersebut. Adanya titik-titik kritis pada proses produksi es di tingkat rumah tangga menunjukkan perlunya sosialisasi mengenai praktik keamanan pangan bagi masyarakat, khususnya para produsen pangan.

Titik kritis yang teridentifikasi di tingkat produsen es skala pabrik (kelompok diagram alir C) adalah air bahan baku es, proses filtrasi, dan penyortiran es. Bahan baku dan tahap-tahap tersebut menjadi titik kritis karena adanya bahaya yang signifikan pada bahan atau tahap tersebut dan tidak ada proses selanjutnya yang dapat mengurangi jumlah bakteri patogen. Berdasarkan hasil tersebut, produsen es skala pabrik perlu melakukan pengendalian kualitas air bahan baku agar sesuai dengan standar air minum, perawatan berkala terhadap alat filtrasi, dan penerapan standar operasional yang sesuai dengan prinsip keamanan pangan untuk menghasilkan produk yang aman dikonsumsi.

Di tingkat distributor, semua proses yang dilakukan merupakan titik kritis. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh praktik penanganan es yang masih belum sesuai dengan praktik distribusi pangan yang baik, yang dapat terlihat dari kurang memadainya fasilitas pencucian tangan dan peralatan penanganan es di depot (BPOM 2014). Padahal, praktik penanganan pangan yang baik dapat mencegah kejadian keracunan pangan (Stephens *et al.* 2007) dan praktik hygiene yang paling baik adalah cuci tangan (Curtis *et al.* 2011). Hal ini dapat ditindaklanjuti dengan pelatihan yang dapat menimbulkan kesadaran mengenai pentingnya praktik penanganan pangan yang baik, misalnya dengan menunjukkan gambar hasil uji total mikroba pada tangan para pekerja.

Di tingkat penjaja, proses pengecilan ukuran es, penyimpanan es, dan pencampuran es batu dengan bahan-bahan lain dalam pembuatan minuman es, menjadi titik kritis. Hal tersebut menunjukkan bahwa penjaja berperan penting dalam menjaga keamanan minuman es, sehingga perlu diberikan pelatihan dan pendampingan. Hal ini didukung oleh laporan Rahayu *et al.* (2017) bahwa tingkat kepatuhan penjaja es yang berjualan di pinggir jalan, seperti yang dianalisis dalam penelitian ini, terhadap CPPB baru mencapai 5.45%.

**KESIMPULAN**

Di sepanjang rantai penyediaan es batu dan minuman es di Jakarta terdapat bahaya mikrobiologi yang berpotensi mengancam keamanan es batu dan minuman es berupa *Salmonella Typhimurium*, *Vibrio cholerae*, dan *Escherichia coli* (EHEC, ETEC, EPEC, EIEC). Terdapat titik-titik kritis yang menjadi tempat masuknya cemaran mikrobiologi yang harus dikendalikan. Titik kritis di tingkat produsen es batu skala rumah tangga adalah air bahan baku es (pada produsen yang tidak merebus air bahan baku), perebusan, dan pengisian air ke dalam plastik, sedangkan di tingkat produsen es balok skala pabrik adalah air bahan baku es, filtrasi, dan penyortiran es. Titik kritis di tingkat distributor adalah distribusi es dari pabrik ke depot, penyimpanan es, pencucian es, pengecilan ukuran es, dan distribusi es ke lokasi penjaja. Di tingkat penjaja, titik kritisnya adalah pengecilan ukuran es, penyimpanan es, dan pencampuran es dengan bahan-bahan lain. Adanya titik-titik kritis tersebut

menunjukkan perlunya kesadaran dan tindakan setiap pihak yang terlibat untuk menjamin keamanan es batu dan minuman es yang dikonsumsi oleh masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andino A, Hanning I. 2015. Salmonella enterica: survival, colonization, and virulence differences among serovars. *Scientific World J* 2015. DOI: 10.1155/2015/520179.
- Apriliana E, Ramadhian MR, Gapila M. 2014. Bacteriological quality of refill drinking water at refill drinking water depots in Bandar Lampung. *JUKE* 4(7): 142-146.
- Bambang AG, Fatimawali, Kojong NS. 2014. Analisis cemaran bakteri *coliform* dan identifikasi *Escherichia coli* pada air isi ulang dari depot di Kota Manado. *Pharmacon* 3(3): 325-334.
- Bereschenko LA, Stams AJM, Euverink GJW, van Loosdrecht MCM. 2010. Biofilm formation on reverse osmosis membranes is initiated and dominated by *Spingomonas* spp. *Appl Environ Microbiol* 76(8): 2623-2632. DOI: 10.1128/AEM.01998-09.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2013. Laporan Aksi Nasional: Gerakan Menuju Pangan Jajanan Anak Sekolah yang Aman, Bermutu, dan Bergizi. BPOM, Jakarta.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2014. Survei Penentuan Titik Kritis dalam Rangka Kajian Mikrobiologi Es dan Minuman Es Provinsi DKI Jakarta (tidak dipublikasikan). Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan, Jakarta.
- Castro-Rosas J, Cerna-Cortés JF, Méndez-Reyes E, Lopez-Hernandez D, Gómez-Aldapa CA, Estrada-García T. 2012. Presence of faecal coliforms, *Escherichia coli* and diarrheagenic *E. coli* pathotypes in ready-to-eat salads, from an area where crops are irrigated with untreated sewage water. *Int J Food Microbiol* 156(2012): 176-180. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.025.
- Chaves BD, Han IY, Dawson PL, Northcutt JK. 2011. Survival of artificially inoculated *Escherichia coli* and *Salmonella* Typhimurium on the surface of raw poultry products subjected to crust freezing. *Poultry Sci* 90: 2874-2878. DOI: 10.3382/ps.2011-01640.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission. 2003. General Principles of Food Hygiene. [http://www.fao.org/input/download/standards/23/CXP\\_001e.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/23/CXP_001e.pdf).
- Curtis V, Schmidt W, Luby S, Florex R, Touré O, Biran A. 2011. Hygiene: new hopes, new horizons. *Lancet Infect Dis* 11: 312-321.
- Dominguez SA, Schaffner D. 2009. Survival of *Salmonella* in processed chicken products during frozen storage. *J Food Prot* 72(10): 2088-2092.
- Dewanti-Hariyadi R, US Hartini. 2006. Keberadaan dan perilaku *Salmonella* dalam es batu. Utama Z, Pranoto Y, Cahyanto MN, Suparmo, U Santoso, Sutardi, E Harmayani, editor. *Prosiding Seminar Nasional PATPI: Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan: Kelompok Mikrobiologi dan Bioteknologi*. Seminar Nasional PATPI, hal 184-91. ISBN 979-9554-3-4.
- Firleyanti AS. 2006. Evaluasi bakteri indikator sanitasi di sepanjang rantai distribusi es batu di Bogor. *J Il Pert Indonesia* 11(2): 28-36.
- Graf von der Schulenburg DA, Vrouwenvelder JS, Creber SA, van Loosdrecht MCM, Johns ML. 2008. Nuclear magnetic resonance microscopy studies of membrane fouling. *J Membrane Sci* 323(2008): 37-44. DOI: 10.1016/j.memsci.2008.06.012.
- Levantesi C, Bonadonna L, Briancesco R, Grohmann E, Toze S, Tandoi V. 2012. Salmonella in surface and drinking water: occurrence and water-mediated transmission. *Food Res Int* 45(2): 587-602. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.06.037.
- Nurhasanah DA. 2017. Identifikasi *Escherichia coli* dan Bakteri Coliform pada Es Batu yang Dijual Warung Burjo di Pogung. [Skripsi]. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada.
- Nurjanah S, Rahayu WP, Wardani DFK. 2017. Identification of Pathogenic *Escherichia coli* on Iced Beverages Using Polymerase Chain Reaction, Case Study in Bogor. SEAFast International Seminar "Current and Emerging Issues of Food Safety: Innovation Challenges". Bogor (ID): SEAFast Center.
- Pradhan AK, Li M, Kelso LC, Costello TA, Johnson MG. 2012. A modified Weibull model for growth and survival of *Listeria innocua* and *Salmonella* Typhimurium in chicken breasts during refrigerated and frozen storage. *Poultry Sci* 91: 1482-1488. DOI: 10.3382/ps.2011-01851.
- Putri ND. 2015. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Es Batu yang dijual Warung Nasi di Kelurahan Pisangan Tahun 2015. [Skripsi]. Jakarta: Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Rahayu WP, Wafiyah Q, Nurjanah S, Nurwitri CC. 2017. Tingkat kepatuhan pedagang minuman es terhadap cara produksi pangan yang baik di kota Bogor. *J Teknologi Manajemen Agroindustri* 6(3): 145-151. DOI: 10.21776/ub.industria.2017.006.03.5.
- Septiani I. 2014. Penentuan Titik Kritis Risiko Keamanan Mikrobiologi dalam Rantai Penyediaan Es Batu dan Minuman Es (Studi Kasus Sekolah Dasar di Jakarta). [Skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Stephens N, Sault C, Firestone SM, Lightfoot D, Bell C. 2007. Large outbreaks of *Salmonella* Typhimurium phage type 135 infections associated with the con-

- sumption of products containing raw egg in Tasmania. *Commun Dis Intell* 31: 118–124.
- Strawn LK, Danyluk MD. 2009. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. on fresh and frozen cut mangoes and papayas. *Int J Food Microbiol* 138(2010): 78-84. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.12.002.
- Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2008a. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 4. Infective doses and pathogen carriage. *J Food Prot* 71(11): 2339-2373.
- Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2008b. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 5. Sources of contamination and pathogen excretion from infected persons. *J Food Prot* 71(12): 2582–2595.
- Vollaard AM, Ali S, Van Asten HAGH, Ismid IS, Widjaja S, Visser LG, Surjadi Ch, Van Dissel JT. 2004. Risk factors for transmission of food borne illness in restaurants and street vendors in Jakarta, Indonesia. *Epidemiol Infect* 132(5): 863-872. DOI: 10.1017/S0950268804002742.
- Vonberg RP, Sohr D, Bruderek J, Gastmeier P. 2008. Impact of a silver layer on the membrane of tap water filters on the microbiological quality of filtered water. *BMC Infectious Diseases* 8: 133. DOI: 10.1186/1471-2334-8-133.
- Vrouwenvelder JS, Manolarakis SA, van der Hoek JP, van Paasen JAM, van der Meer WGJ, van Agtmaal JMC, Prummel HDM, Kruithof JC, van Loosdrecht MCM. 2008. Quantitative biofouling diagnosis in full scale nanofiltration and reverse osmosis installations. *Water Research* 42(2008): 4856-4868. DOI: 10.1016/j.watres.2008.09.002.
- Wandrivel R, Suharti N, Lestari Y. 2012. Kualitas air minum yang diproduksi depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang berdasarkan persyaratan mikrobiologi. *J Kesehatan Andalas* 1(3): 129-133.
- Waturangi DE, Pradita N, Linarta J, Banerjee S. 2012a. Prevalence and molecular characterization of *Vibrio cholerae* from ice and beverages sold in Jakarta, Indonesia, using most probable number and multiplex PCR. *J Food Prot* 75(4): 651-659.
- Waturangi DE, Wiratama E, Sabatini A. 2012b. Prevalence and molecular characterization of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium from ice and beverages sold in Jakarta, Indonesia, using most probable number and multiplex PCR. *Int J Infectious Diseases* DOI: 10.1016/j.ijid.2012.05.335.
- Waturangi DE, Joanito I, Yogi Y, Thomas S. 2012c. Use of REP- and ERIC-PCR to reveal genetic heterogeneity of *Vibrio cholerae* from edible ice in Jakarta, Indonesia. *Gut Pathogens* 4: 2. DOI: 10.1186/1757-4749-4-2.
- [WHO] World Health Organization. 2015. WHO Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases: Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007-2015. Geneva: WHO Press.

---

JMP-04-18-15-Naskah diterima untuk ditelaah pada 26 April 2018. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 16 Oktober 2018. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>