

## DETEKSI CEMARAN *COLIFORM* DAN *SALMONELLA SP.* PADA TEMPE KEDELAI DARI KECAMATAN SIDOREJO DAN TINGKIR, KOTA SALATIGA

<sup>1</sup>Rizky Dewi Darma Kusuma, <sup>2</sup>Lusiawati Dewi

<sup>1,2</sup>Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro No. 52-60, Salatiga  
Email: ikydarmakusuma@gmail.com

**Abstrak:** Tempe kedelai merupakan produk makanan hasil fermentasi oleh *Rhizopus sp.* dan berpotensi sebagai sumber protein nabati. Tempe didapatkan melalui tahapan pensortiran kedelai, pemasakan, perendaman (pengasaman), pencucian, penirisan, peragian, dan pengemasan. Namun, sebagian sumber daya pekerja berkualitas rendah, bahan, proses, dan tempat pengolahan sederhana, serta peralatan pengolahan konvensional menyebabkan tempe berisiko terkontaminasi mikroba patogen. Standar tempe kedelai pada SNI 3144-2015 menunjukkan batas cemaran *coliform* maksimal 10 APM/g dan *Salmonella sp.* negatif/25g. Kota Salatiga memiliki pengrajin tempe berkemasan plastik di Kecamatan Sidorejo dan Tingkir dengan skala produksi 50-100kg/hari. Besarnya skala produksi menyebabkan produsen perlu menyesuaikan standar produknya agar memiliki produk bermutu dan aman ketika didistribusikan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mendapatkan data jumlah cemaran *coliform* serta *Salmonella sp.* pada tempe kedelai berkemasan plastik yang diproduksi di Kecamatan Sidorejo dan Tingkir, Kota Salatiga dengan standar ketentuan SNI 3144-2015. Sampel berasal dari total 35% pengrajin tempe berkemasan plastik dengan skala produksi 50-100kg/hari yang dipilih secara acak. Deteksi jumlah cemaran *coliform* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dengan tahapan Uji Dugaan dan Uji Penegasan, sedangkan *Salmonella sp.* dideteksi dengan medium *Salmonella Shigella Agar*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel yang diujikan belum memenuhi standar dengan jumlah cemaran *coliform* tertinggi 1.100 APM/g dan terendah 36 APM/g, serta ditemukan satu sampel yang tercemar *Salmonella sp.*. Pencemaran diketahui berasal dari air untuk produksi, lingkungan produksi, dan pekerja yang minim pemahaman sanitasi.

**Kata Kunci:** Tempe kedelai, cemaran *coliform*, *Salmonella sp.*

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu industri yang berkembang cepat di Indonesia adalah industri makanan tradisional. Perhatian lebih diperlukan dalam melestarikan makanan tradisional, seperti tempe yang merupakan salah satu produk fermentasi tradisional asli Indonesia dan berpotensi sebagai sumber protein nabati (Mujianto, 2013). Tempe diusahakan agar sesuai dengan standar yang berlaku pada SNI 3144-2015 untuk meningkatkan mutu tempe yang akan didistribusikan ke masyarakat dan mencegah tempe sebagai media perantara penyakit (Kartika dkk., 2014).

Tempe adalah makanan berbahan dasar kedelai (*Glycine max*) yang diolah menggunakan proses fermentasi dengan bantuan kapang berupa *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* Saito, *Rhizopus stolonifer*, atau *Rhizopus arrhizus* (Anonim<sup>1</sup>, 1982). Tempe memiliki warna putih karena miselia kapang tumbuh dan merekatkan biji-biji kedelai sehingga membentuk tekstur padat. Fermentasi kedelai dengan bantuan kapang tersebut menyebabkan perubahan fisik maupun kimia. Senyawa-senyawa kompleks dihidrolisis menjadi lebih sederhana sehingga tempe dapat lebih mudah dicerna tubuh (Sukardi dkk., 2008). Kandungan yang terdapat dalam tempe berupa air 64%, protein 18,3%, lemak 4%, karbohidrat 12,7%, kalsium 129 mg/100g, fosfor 154 mg/100 g dan zat besi 10 mg/100 g (Mujianto, 2013). Jumlah asam lemak

bebas yang ada pada kedelai sebesar 1 persen akan meningkat menjadi 30 persen ketika kedelai difermentasikan menjadi tempe (Sukardi dkk., 2008).

Beberapa tahapan dalam proses fermentasi kedelai diperlukan untuk mendapatkan hasil akhir produk berupa tempe, dimana di dalamnya terdapat pengendalian mutu agar tempe memiliki kualitas sesuai standar yang berlaku. Kualitas hasil akhir sangat penting untuk melindungi konsumen dari produk yang tidak baik karena saat ini terdapat berbagai peraturan mengenai kualitas pangan, serta masyarakat mulai sadar pentingnya kebersihan dan keamanan pangan yang dikonsumsi (Bambang dkk., 2014). Produk yang aman dikonsumsi diperoleh dari bahan baku yang baik, diolah secara baik dan benar, serta dikemas dan didistribusikan secara baik sehingga dihasilkan produk berkualitas saat diterima oleh konsumen (Narumi dkk., 2009).

Proses pembuatan tempe kedelai diawali dengan pensortiran kedelai, lalu kedelai dimasak dan direndam selama semalam. Kemudian kedelai dicuci, dihilangkan kulit tipisnya, ditiriskan dan diberikan ragi tempe dengan perbandingan tertentu, dikemas dalam pembungkus plastik atau daun pisang, serta inkubasi (Anonim<sup>1</sup>, 1982). Tempe segar hanya dapat disimpan sekitar 2-3 hari pada suhu ruang atau 5 hari pada suhu rendah dan kemudian kualitasnya akan menurun. Tempe yang disimpan lebih dari waktu tersebut akan membuat

pertumbuhan kapang terhenti dan bakteri pengurai tumbuh, sehingga tempe menjadi busuk (Sukardi dkk., 2008).

Bahan baku tempe dapat terkontaminasi bakteri saat proses pembuatan. Adanya kontaminasi akan mengurangi kualitas tempe karena kontaminan ikut tumbuh, sehingga dapat menimbulkan penyakit dan membuat tempe cepat busuk. Bakteri yang biasa mengkontaminasi produk makanan adalah *coliform* dan *Salmonella sp.* *Coliform* dan *Salmonella sp.* sering dijadikan standar utama kebersihan pangan, karena mengindikasikan adanya kontaminasi bakteri lain yang berpotensi menyebabkan penyakit (Odonkor dan Joseph, 2013). *Coliform* dan *Salmonella sp.* dalam jumlah berlebih dapat menurunkan kualitas produk tempe dan membahayakan konsumen karena dapat menimbulkan infeksi akibat toksin yang dihasilkan. Jumlah berlebih dari *coliform* dan *Salmonella sp.* bisa jadi menunjukkan kurangnya tingkat kebersihan dan keamanan pangan akibat adanya kontaminasi dalam bahan atau proses produksi (Sukardi dkk., 2008).

Bahan pembuatan tempe (air atau kedelai) harus bebas dari semua jenis *coliform* karena semakin tinggi tingkat kontaminasi *coliform*, maka semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia atau hewan dan dapat mengkontaminasi bahan lainnya (Bambang dkk., 2014). Menurut Pelczar & Chan (2008), *E. coli* merupakan bagian dari flora normal saluran pencernaan, namun saat ini telah terbukti bahwa galur-galur tertentu dapat menyebabkan gastroenteritis pada manusia.

*Coliform* merupakan golongan mikroorganisme yang biasa digunakan sebagai indikator untuk mengetahui pencemaran bakteri patogen pada pangan. Biasanya kelompok dari *coliform* fekal hidup dalam saluran pencernaan manusia (bakteri intestinal), sehingga dijadikan sebagai bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain dimana jumlah bakteri tersebut berkorelasi positif terhadap keberadaan bakteri patogen (Odonkor dan Joseph, 2013). Kelompok bakteri *coliform*, antara lain *Eschericia coli*, *Enterrobacter aerogenes*, dan *Citrobacter freundii*, sehingga keberadaan bakteri-bakteri tersebut juga menunjukkan adanya bakteri patogen lain, seperti *Shigella* yang menyebabkan diare hingga muntaber (Antara dkk., 2008).

Tempe merupakan produk yang ideal bagi pertumbuhan mikroba karena mengandung berbagai nutrisi. Selain itu, rendahnya kualitas sumber daya pekerja, proses pengolahan sederhana, dan peralatan pengolahan yang konvensional menyebabkan tempe berisiko terkontaminasi mikroba patogen (Mujianto, 2013). Cemaran mikroba pada tempe dapat berasal dari bahan baku, pekerja, peralatan pengolahan, dan lingkungan produksi. Tempe berkualitas baik dengan ketahanan

produk cukup lama memerlukan perhatian dalam kebersihan proses dan bahan yang digunakan (Sukardi dkk., 2008). Hal ini penting karena tempe merupakan golongan bahan makanan yang mudah rusak. Badan Standarisasi Nasional telah menetapkan standar mutu tempe pada SNI 3144-2015, dimana toleransi jumlah cemaran *coliform* maksimal 10 APM/g dan *Salmonella sp.* negatif/25g (Anonim<sup>2</sup>, 2008). *Salmonella sp.* dapat ditemui dalam pangan karena adanya kontaminasi yang dapat bersumber dari air yang terkena polusi air buangan mengandung *Salmonella* atau dapat juga terjadi secara tidak langsung, yaitu melalui tangan manusia atau alat-alat yang digunakan (Hatta dkk., 2012).

Diperlukan analisis pada beberapa industri tempe kedelai karena terdapat standar cemaran bakteri yang telah ditetapkan. Kota Salatiga memiliki beberapa produsen tempe cukup besar, namun belum ada data mengenai jumlah cemaran *coliform* dan *Salmonella sp.* dari tempe yang diproduksi. Padahal produsen tempe berskala besar perlu menyesuaikan standar produknya dengan SNI sebelum dipasarkan untuk menjaga mutu dan mencegah tempe sebagai media penyebaran penyakit. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data jumlah cemaran *coliform* dan ada atau tidaknya cemaran *Salmonella sp.* pada tempe kedelai berkemasan plastik dari produsen berskala produksi 50-100kg/hari di Kecamatan Sidorejo dan Tingkir, Kota Salatiga dengan standar ketentuan SNI 3144-2015.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2016, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

### 2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam melakukan penelitian diantaranya adalah cawan petri, bunsen, gelas *beaker* 100 ml, gelas ukur 100 ml, erlenmeyer 5000 ml, tabung durham, pipet mikro P1000, pipet mikro P200, tabung reaksi, timbangan analitik, inkas, batang L, inkubator, *vortex*, *hot plate and stirrer*, dan *autoclave*. Untuk bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa tempe berkemasan plastik dari produsen di Kecamatan Sidorejo dan Tingkir, NaCl 0,85%, akuades, medium *Lactose Broth* (LB), *Brilliant Green Lactose bile Broth* 2% (BGLB 2%), dan *Salmonella Shigella Agar* (SSA).

### 2.3. Pengambilan Sampel

Sampel berasal dari total 35% pengrajin tempe berkemasan plastik berskala produksi 50-100kg/hari di Kecamatan Sidorejo (sampel A, B, dan C) dan Tingkir (sampel D, E, dan F), Kota

Salatiga. Enam sampel yang diambil, dipilih secara acak hingga memenuhi kuota sampel yang diperlukan dan mewakili tiap kecamatan. Karakter dari sampel adalah tempe yang memiliki kenampakan bagus, seperti memiliki warna miselia jamur yang masih putih merata, struktur yang kompak, dan tidak berumur lebih dari 2 hari.

#### 2.4. Preparasi dan Pengenceran

Sampel uji diencerkan dengan 6 seri pengenceran, yaitu:  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan  $10^{-6}$ . Awal pengenceran sampel dilakukan dengan mencampurkan 25g sampel yang telah dihomogenkan ke dalam 225 ml NaCl 0,85% dan dihomogenkan (pengenceran  $10^{-1}$ ). Kemudian dalam mendapatkan pengenceran  $10^{-2}$ , suspensi awal diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,85% dan dihomogenkan. Demikian dengan pengenceran  $10^{-3}$ , suspensi diambil sebanyak 1 ml dari pengenceran  $10^{-2}$ , lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,85% lainnya dan dihomogenkan. Setelah itu, dari pengenceran  $10^{-3}$  diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi pengenceran  $10^{-4}$  berisi 9 ml NaCl 0,85%. Pengenceran  $10^{-4}$  diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi pengenceran  $10^{-5}$  berisi 9 ml NaCl 0,85%. Untuk mendapatkan pengenceran  $10^{-6}$ , pengenceran  $10^{-5}$  diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung pengenceran  $10^{-6}$  berisi 9 ml NaCl 0,85% (Karika dkk., 2014).

#### 2.5. Pengujian Bakteri Coliform

##### 2.5.1. Uji Dugaan (Presumptive Test)

Masing-masing suspensi dari pengenceran  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan  $10^{-6}$  diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam 3 tabung berisi 9 ml *Lactose Broth* dengan tabung durham terbalik. Suspensi sampel pengenceran  $10^{-4}$  dimasukkan ke dalam 3 seri pertama tabung reaksi berisi 9 ml *Lactose Broth* sebanyak masing-masing 1 ml. Selanjutnya suspensi sampel pengenceran  $10^{-5}$  diambil sebanyak masing-masing 1 ml, dan dimasukkan ke dalam 3 seri kedua tabung reaksi berisi 9 ml *Lactose Broth*. Terakhir suspensi sampel pengenceran  $10^{-6}$  diambil sebanyak masing-masing 1 ml, dan dimasukkan ke dalam 3 seri ketiga tabung reaksi berisi 9 ml *Lactose Broth*. Seluruh tabung diinkubasikan pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam dan setelahnya dicatat jumlah tabung yang membentuk gas pada masing-masing pengenceran (Kartika dkk., 2014).

##### 2.5.2. Uji Penegasan (Confirmative Test)

Tabung tiap pengenceran dari Uji Dugaan yang positif (terbentuk gas), secara hati-hati dikocok dengan *vortex*. Kemudian setiap tabung tersebut diambil 1 ose, dan dipindahkan ke tabung

reaksi berisi 10 ml media *Brilliant Green Lactose bile Broth* 2% yang didalamnya terdapat tabung durham terbalik. Kemudian semua tabung diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam. Uji dinyatakan positif jika terbentuk gas dalam tabung durham. Pembentukan gas pada tiap tabung pengenceran dicatat jumlahnya, kemudian kombinasi tabung positif disesuaikan dengan tabel MPN (FDA BAM Appendix 2, 2001) dan dinyatakan dalam satuan APM/g.

#### 2.6. Deteksi Bakteri Salmonella sp.

Larutan suspensi pengenceran  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan  $10^{-6}$  masing-masing diambil sebanyak 0,2 ml. Kemudian, larutan suspensi tersebut ditaburkan pada permukaan medium spesifik *Salmonella Shigella Agar* (SSA) dan diratakan dengan batang L steril. Tiap seri pengenceran dibuat 3 kali ulangan. Setelah semua seri pengenceran diinokulasikan, medium SSA diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam. Deteksi cemaran bakteri *Salmonella sp.* dilihat dari ada (+) atau tidak ada (-) pertumbuhan bakteri tersebut. Jika tumbuh koloni *Salmonella sp.*, koloni tersebut tidak akan berwarna (*colorless*) dengan inti hitam besar di tengah (Narumi dkk., 2009).

#### 2.7. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistika sederhana (deskriptif) dengan perlakuan 6 sampel dan ulangan tiga kali. Data yang sudah diolah kemudian dinilai kuantitas bakteriologis *coliform* dan kualitas ada atau tidaknya *Salmonella sp.*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Uji Coliform pada Sampel Tempe

Dari hasil analisis Uji *Most Probable Number* (MPN)/Angka Paling Mungkin (APM), menunjukkan bahwa semua sampel yang diujikan secara nyata melebihi batas baku cemaran *coliform* SNI 3122-2015, yaitu maksimal 10 APM/g. Berdasarkan hasil Uji Penegasan dengan BGLB 2% setelah 48 jam inkubasi, sampel A dan C masing-masing didapatkan kombinasi tabung positif *coliform* 3-2-2 dengan hasil 210 APM/g, sedangkan sampel B adalah 3-3-2 dengan hasil 1.100 APM/g. Kombinasi tabung positif *coliform* sampel D adalah 3-1-2 dengan hasil 120 APM/g. Kombinasi tabung positif *coliform* sampel E adalah 2-1-3 dan sampel F adalah 3-1-1 dengan masing-masing hasil 36 APM/g dan 75 APM/g. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Hasil Uji *Most Probable Number* (MPN)/Angka Paling Mungkin (APM) *Coliform* Sampel Tempe Kedelai Seri Tiga Tabung Setelah 48 jam Inkubasi

No	Sampel	Uji Dugaan	Uji Penegasan	Keterangan
----	--------	------------	---------------	------------

		Kombinasi Tabung Positif <i>Coliform</i> LB	Kombinasi Tabung Positif <i>Coliform</i> BGLB 2%	Hasil MPN <i>Coliform</i> (APM/g)	
1	A	3-2-2	3-2-2	210	BMS
2	B	3-3-2	3-3-2	1.100	BMS
3	C	3-2-2	3-2-2	210	BMS
4	D	3-1-2	3-1-2	120	BMS
5	E	2-3-1	2-3-1	36	BMS
6	F	3-1-1	3-1-1	75	BMS

Keterangan: BMS = Belum memenuhi standar

Jumlah *coliform* sampel A, B, dan C secara kuantitas lebih tinggi dibanding sampel D, E, dan F. Namun secara kualitas, cemaran *coliform* semua sampel dari Kec. Sidorejo dan Tingkir belum sesuai SNI 3144-2015 dengan maksimal cemaran *coliform* 10 APM/g. Cemaran *coliform* pada tempe kedelai memungkinkan adanya bakteri enteropatogenik dan toksigenik berbahaya (Bambang dkk., 2014). Cemaran *coliform* diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya kualitas air untuk produksi, kondisi sanitasi pekerja dan alat yang digunakan, serta lingkungan sekitar. Fardiaz dan Jenie (1989) mengatakan bahwa kontaminasi *coliform* pada pangan mengindikasikan adanya polusi dan sanitasi yang tidak baik.

Air untuk produksi semua sampel tempe menggunakan air tanah dan diketahui terdapat *coliform*, dilihat dari tes pendahuluan yang dilakukan dengan menginokulasikan sampel air produksi pada medium LB dan BGLB 2% tanpa pengenceran. Semua medium cair menjadi keruh dan menghasilkan gas akibat adanya *coliform*. Selain itu pada medium *Salmonella Shigella Agar* (SSA), terdapat beberapa jenis *coliform* yang terdeteksi ketika diinokulasikan. Air untuk produksi sampel A, B, dan C memiliki jumlah *coliform* terdeteksi lebih banyak pada medium SSA daripada air untuk produksi sampel D, E, dan F. Maka secara kualitas air yang digunakan sampel D, E, dan F untuk produksi lebih baik, serta berpotensi lebih kecil menyebabkan kontaminasi. Kontaminasi air bisa diakibatkan karena *coliform* dan *Salmonella sp.* merupakan flora normal atau sumber air dekat dengan saluran pembuangan atau *septic tank* yang dapat mengakumulasi kontaminan. Menurut Alli (2004), air untuk produksi makanan harus dapat diminum dan tidak mengandung kontaminasi mikroorganisme patogen, kimia, dan fisik. Selain itu, kualitas air seharusnya diperiksa secara berkala untuk meminimalisir ketidakkonsistenan kebersihan produk yang dihasilkan.

Biji kedelai direbus selama 1,5-2,5 jam untuk meningkatkan kadar air, melunakkan, dan menghilangkan kontaminasi pada biji kedelai

(Anonim<sup>1</sup>, 1982). Perebusan juga akan menghancurkan faktor-faktor antinutrisi (antitripsin), serta melepaskan beberapa nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang (Reddy dkk., 1986). Selanjutnya kedelai direndam air baru selama 12 jam untuk meningkatkan keasaman kedelai sebagai media tumbuh *Rhizopus* oleh bakteri pembentuk asam. Menurut Indarwati (2010), penurunan pH dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme pengkontaminasi tempe. Namun semua produsen sampel tempe yang diujikan, kedelai dipecah dan dicuci kembali, sehingga jumlah *coliform* yang telah turun kembali meningkat.

Pada produsen sampel B, biji kedelai hanya dicuci dan tidak direbus, melainkan diseduh air mendidih dan direndam dengan air mendidih tersebut selama semalam. Kemudian kedelai dipecah dan dicuci, dikukus dan didinginkan. Tingginya cemaran *coliform* pada sampel B diduga berasal dari perlakuan setelah pengukusan, dimana ketika kedelai didinginkan, kedelai kontak terlalu lama dengan udara di wadah yang kurang bersih dan tempat lembab (Fardiaz dan Jenie, 1989).

Peralatan untuk produksi diduga menjadi salah satu faktor kontaminasi *coliform*. Wadah penirisan kedelai sampel A, D, dan F setelah direbus menggunakan wadah plastik, sedangkan sampel C dan E menggunakan wadah bambu. Wadah penirisan dan peragian sampel B berbahan bambu, sedangkan wadah peragian sampel lainnya berbahan plastik. Wadah untuk pencucian semua sampel menggunakan tong atau ember plastik yang bagian samping bawah diberi lubang-lubang. Wadah bambu memiliki banyak pori serta serat yang dapat menahan bakteri pengkontaminasi daripada plastik dan besi (Mujiyanto, 2013). Peralatan produksi hanya disiram dengan air tanpa sabun setelah digunakan dan terkadang ditumpuk pada tempat kurang bersih ketika tidak digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Hatta dkk., 2012, diketahui kontaminasi *E. coli* pada dangke melalui cetakan berisiko cukup besar dibanding dengan tangan pekerja, karena cetakan yang tercemar

setelah pencucian akan bersentuhan langsung dengan produk. Tempat penginkubasian semua sampel menggunakan alas kayu yang terkadang dilapisi karung plastik, namun jarang diganti atau dibersihkan. Menurut Alli (2004), tidak dilakukannya penggantian atau pembersihan secara berkala membuat alas semakin kotor dan mempertinggi kontaminasi *coliform*.

Lingkungan produksi tempe sampel A, C, D, dan F cukup tertutup dan tidak berhadapan langsung dengan jalan, sedangkan sampel B dan E kurang tertutup dan udara dari jalan mudah masuk ke area produksi. Produsen sampel A, B, D, E, dan F menutup produk tempe yang belum jadi dengan terpal untuk mencegah kontak langsung dengan sinar matahari dan udara (Nurjanah, 2006). Pada produsen sampel C, tidak ditutup dengan terpal melainkan ditempatkan pada ruang khusus penginkubasian tempe. Semua produsen menggunakan bahan bakar kayu untuk pemasakan, sehingga dapat meningkatkan jumlah debu. Ruang pemasakan dan pengemasan produsen sampel A, B, dan D terpisah, sedangkan sampel C dan E tergabung sehingga kemungkinan abu kayu bakar mengotori produk lebih kecil. Ruang pemasakan dan pengemasan sampel F berbeda, namun pengapian dilakukan di ruang pengemasan. Hal ini dapat menyebabkan abu pengapian mengotori ruangan dan kedelai yang diolah. Menurut Antara dkk. (2008), kondisi lingkungan yang kebersihannya kurang baik akan mempertinggi kemungkinan kontaminasi silang terhadap bahan pangan melalui udara.

Lantai ruangan produksi yang kotor dan lembab dapat menjadi tempat ideal bagi organisme pengganggu, serta dapat menyebabkan kualitas kedelai menurun (Antara dkk., 2008). Area produksi produsen sampel B dan C dekat dengan toilet memungkinkan bertambahnya jumlah kontaminasi *coliform*. Seharusnya area produksi dengan toilet diberi jarak cukup jauh untuk

mencegah perpindahan bakteri yang dapat mempengaruhi bahan baku (Ismail, 2012).

Salah satu sumber kontaminasi atau perantara antara bakteri dengan produk adalah pekerja. Kontaminasi terjadi ketika sebelum atau selama pengolahan dan setelah pengolahan. Pekerja dari produsen semua sampel kurang memperhatikan sanitasi, seperti hanya mencuci tangan dan kaki dengan air tanpa sabun. Selain itu, pekerja sering kali tidak memakai pakaian lengkap dan tidak menggunakan alas kaki. Ada pula pekerja yang bekerja sambil merokok di produsen sampel F. Menurut Cahyaningsih dkk., 2009, terdapat signifikansi jumlah angka kuman makanan dengan mencuci tangan menggunakan sabun. Untuk mencegah kontaminasi, pekerja seharusnya tidak merokok dan makan ketika bekerja, wajib mencuci tangan dengan sabun sebelum bekerja dan setelah keluar dari toilet, memakai pakaian kerja dan pelindung yang sesuai, dan memakai pakaian kerja bersih yang tidak dipakai di luar tempat bekerja (Ismail, 2012).

### 3.2. Hasil Deteksi *Salmonella sp.* pada Sampel Tempe

Dari enam sampel tempe kedelai yang diujikan, terdeteksi satu sampel positif tercemar *Salmonella sp.*, yaitu sampel A. Ulangan ketiga pada pengenceran  $10^{-4}$  terdeteksi dua koloni *Salmonella sp.*. Pada pengenceran  $10^{-5}$  terdeteksi masing-masing satu koloni *Salmonella sp.* di pengulangan pertama dan kedua. Cemaran *Salmonella sp.* pada sampel A berasal dari air untuk proses produksi. Hal ini diketahui dari penginkubasian sampel air untuk produksi di medium SSA tanpa pengenceran pada tes pendahuluan, dimana cemaran *Salmonella sp.* dalam air untuk produksi sampel A cukup banyak dan air untuk produksi sampel B dan C masing-masing hanya terdeteksi satu koloni *Salmonella sp.*. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Data Hasil Deteksi Bakteri *Salmonella sp.* dari Sampel Tempe Kedelai pada Medium *Salmonella Shigella Agar* (SSA)

No	Sampel	SSA $10^{-4}$			SSA $10^{-5}$			SSA $10^{-6}$		
		U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>
1	A	-	-	+	+	+	-	-	-	-
2	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: - = Negatif *Salmonella sp.*  
+ = Positif *Salmonella sp.*

Terdeteksinya *Salmonella sp.* pada air produksi sampel B dan C tidak mencemari produk akhir tempe. Hal ini diakibatkan selain jumlah cemaran yang sangat sedikit, proses pengolahan juga mempengaruhi tidak adanya cemaran *Salmonella sp.*, dimana kedelai melalui proses pemanasan dan pengasaman. *Salmonella sp.* dan beberapa jenis *coliform* dapat dihilangkan dengan pemanasan pada suhu minimal 70°C selama 30 menit, pasteurisasi, dan klorinasi berkadar 0,5-1 ppm (Yunaenah, 2009). pH kedelai akan turun mencapai 4,5-5,3 saat perendaman akibat asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat, sehingga memberikan kondisi yang baik bagi pertumbuhan kapang (Oktaviani, 2000). Salah satu bakteri asam laktat tersebut adalah *Lactobacillus plantarum* yang dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis *Salmonella sp.* Selain itu, *Rhizopus sp.* juga menghasilkan asam laktat yang mampu menghambat pertumbuhan *Salmonella sp.* (Reddy dkk., 1986). Rendahnya nilai pH membuat kedelai menjadi toksik bagi bakteri kontaminan (Indarwati, 2010), sehingga pencucian kembali setelah perendaman dan pemecahan tidak menyebabkan kontaminasi *Salmonella sp.* karena diduga kondisi

kedelai yang masih asam dan sedikitnya cemaran *Salmonella sp.* pada air. Namun pengasaman kedelai tidak dapat menekan kontaminasi *coliform* pada sampel A, B, dan C akibat tingginya kontaminasi *coliform* pada air.

Pada sampel A, pengasaman belum mampu menghilangkan kontaminasi *Salmonella sp.*, karena setelah pemecahan kedelai dicuci kembali dengan air yang terkontaminasi. Menurut Budiono dkk. (2012), adanya cemaran *Salmonella sp.*, tidak selalu akan menimbulkan perubahan warna, rasa, dan aroma pada makanan. Dosis infeksi *Salmonella sp.* adalah sebesar  $10^7$ - $10^9$  per gram sampel (Antara dkk., 2008). Walaupun pada penelitian *Salmonella sp.* yang terdeteksi sedikit, namun tetap berpotensi menyebabkan penyakit karena bakteri tersebut akan berkembang.

Maka persentase sampel tempe kedelai dengan jumlah cemaran *coliform* yang belum memenuhi syarat SNI 3144-2015 adalah sebesar 100%. Untuk persentase sampel tempe kedelai dengan cemaran *Salmonella sp.* yang belum memenuhi syarat SNI 3144-2015 adalah sebesar 16,7% dan yang sudah memenuhi syarat adalah sebesar 83,3%. Hasil dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Cemaran *Coliform* Sampel Tempe Kedelai Kec. Sidorejo dan Tingkir yang Memenuhi Syarat SNI 3144-2015

No	Ketentuan	Jumlah Sampel	Persentase
1	Sampel yang memenuhi syarat ( <i>coliform</i> maks. 10 APM/g)	0	0%
2	Sampel yang tidak memenuhi syarat ( <i>coliform</i> lebih dari 10 APM/g)	6	100%
<b>Jumlah</b>		6	100%

**Tabel 5.** Hasil Deteksi Cemaran *Salmonella sp.* Sampel Tempe Kedelai Kec. Sidorejo dan Tingkir yang Memenuhi Syarat SNI 3144-2015

No	Ketentuan	Jumlah Sampel	Persentase
1	Sampel yang memenuhi syarat ( <i>Salmonella sp.</i> negatif/25g)	5	83,3 %
2	Sampel yang tidak memenuhi syarat (Ditemukan <i>Salmonella sp.</i> /25g)	1	16,7 %
<b>Jumlah</b>		6	100%

#### 4. KESIMPULAN

Semua sampel tempe kedelai yang berasal dari Kecamatan Sidorejo dan Tingkir, Kota Salatiga memiliki jumlah cemaran *coliform* yang melebihi batas SNI 3144-2015, yaitu maksimal 10 APM/g, sehingga belum memenuhi standar baku mutu cemaran *coliform* yang ditetapkan. Hanya ditemukan satu sampel tempe dari Kecamatan Sidorejo yang mengandung *Salmonella sp.* (belum memenuhi syarat batas cemaran *Salmonella sp.*, yaitu negatif/25g).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Alli, Intez. 2004. *Food Quality Assurance: Principles and Practices*. CRC Press LLC, Florida.
- Anonim<sup>1</sup>. 1982. *Tempe Kedelai: Paket Industri Pangan Untuk Daerah Pedesaan*. Pusat Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan IPB.
- Anonim<sup>2</sup>. 2015. *Tempe Kedelai*. SNI 3144:2015.
- Antara, Nyoman Semadi, Ida Bagus Djaya Utama Dauh, Ni Made Ita Seri Utami. 2008. *Tingkat Cemaran Bakteri Coliform, Salmonella sp.*,

- dan *Staphylococcus aureus* Pada Daging Babi. *Jurnal Agrotekno*, Volume (14) (2): 51-55.
- Bambang, Andrian G., Fatimawali, Novel, S. Kojong. 2014. Analisis Cemaran Bakteri Coliform dan Identifikasi *Escherichia coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*, Volume (3) (3): 325-334.
- Budiono, Hendra, Harlis, Retni, S. Budiarti. 2012. Analisis Ambang Batas *Escherichia coli* Sebagai Indikator Pencemaran Pada Daging Sapi di Rumah Potong Hewan Kota Jambi. *Jurnal Biospecies*, Volume (5) (1): 14-21.
- Cahyaningsih, C.T., H. Kushadiwijaya, A. Tholib. 2009. Hubungan Higiene Sanitasi dan Perilaku Penjamah Makanan dengan Kualitas Bakteriologis Peralatan Makan Di Warung Makan. *Berita Kedok Masy.*, 25: 180-188.
- Fardiaz, Srikandi dan Jenie BSL. 1989. *Uji Sanitasi Dalam Industri Pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hatta, Wahyuni, Dini Marmansari, Endah Murpi Ningrum. 2012. Sumber-Sumber Kontaminasi Bakteri Pada Dangka di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Indarwati, Atika R.. 2010. *Penambahan Konsentrasi Bakteri Lactobacillus plantarum dan Waktu Perendaman Pada Proses Pembuatan Tempe Probiotik*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Ismail, Deni. 2012. *Uji Bakteri Escherichia coli Pada Minuman Susu Kedelai Bermerek dan Tanpa Merek Di Kota Surakarta*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Solo.
- Kartika, Emma, Siti Khotimah, Ari Hepi Yanti. 2014. Deteksi Bakteri Indikator Keamanan Pangan Pada Sosis Daging Ayam Di Pasar Flamboyan Pontianak. *Probiotik*, Volume (3) (2): 111-119.
- Mujianto. 2013. Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Tempe Produk UMKM di Kabupaten Sidoarjo. *REKA Agroindustri*, Volume (1) (1).
- Narumi, Hasutji Endah, Zuhriansyah, Imam Mustofa. 2009. Deteksi Pencemaran Bakteri *Salmonella sp.* Pada Udang Putih (*Panaeus merguensis*) Segar Di Pasar Tradisional Kotamadya Surabaya. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, Volume (1) (1): 87-91.
- Nurjanah, Siti. 2006. Kajian Sumber Cemaran Mikrobiologis Pangan Pada Beberapa Rumah Makan Di Lingkar Kampus IPB Darmaga, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Volume (11) (3): 18-24.
- Odonkor, Stephen T. dan Joseph K. Ampofo. 2013. *Escherichia coli* As An Indicator of Bacteriological Quality of Water: an Overview. *Microbiology Research* 2013, Volume (4) (2): 05-11.
- Oktaviani, N. 2000. *Pengaruh Macam Varietas Kedelai Terhadap Mutu Tempe Selama Penyimpanan Suhu Beku (Kajian Sifat Fisiokimia dan Organoleptik)*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Pelczar, M. J. dan Chan E.C.S. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Reddy, N. R., Merle Pierson, dan D. K. Salunkhe. 1986. *Legume-Based Fermented Foods*. CRC Press, Florida.
- Sukardi, Wigniyanto, Isti Purwaningsih. 2008. Uji Coba Penggunaan Inokulum Tempe Dari Kapang *Rhizopus oryzae* Dengan Subtrat Tepung Beras dan Ubikayu Pada Unit Produksi Tempe Sanan Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Volume (9) (8): 207-215.
- Yunaenah. 2009. *Kontaminasi E. coli Pada Makanan Jajanan Di Kantin Sekolah Dasar Wilayah Jakarta Pusat Tahun 2009*. Universitas Indonesia Press, Depok.