

## MEDIA BERINDIKATOR WARNA SEBAGAI PENDETEKSI *Salmonella typhimurium*

### COLORED INDICATOR MEDIA AS *Salmonella typhimurium* DETECTOR

Endang Warsiki<sup>\*</sup>, Mulyorini Rahayuningsih, dan Roseiga Retno Anggarani

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB  
Kampus IPB Dramaga, PO Box 220, Bogor, Indonesia 16680  
Email: endangwarsiki@ipb.ac.id

Makalah: Diterima 10 Maret 2015; Diperbaiki 27 Juni 2016; Disetujui 10 Juli 2016

#### ABSTRACT

Smart label is a label which could inform the quality and provide safety assurance of the food product. In this research, the label was produced from colored media and purposed to detect the growth of *Salmonella typhimurium*. This bacterium is a pathogenic bacterium that causes salmonellosis disease with symptoms of poisoning type of infection. This bacterium is commonly appear in the fresh meat and meat product. The rapid detection of this bacterium would assure the freshness and safety of the meat. This research was aimed to produce the media based in color changing for rapid detection of the presence of *S. typhimurium*. The media indicator was produced from 2% (w/v) agar powder, 0.5% (w/v) tapioca starch, 1% (w/v) glycerol and 1% (w/v) selective media and then dissolved into distilled water until 100 mL solution. Four kind of selective medias were used, i.e. Xylose Lysine Deoxychoalate agar (XLD), Hektoen Enteric Agar (HEA), *Salmonella Shigela* Agar (SSA) and Bismuth Salt Agar (BSA). XLD media was found to be a very sensitive media to the *S. typhimurium* growth and presented a transparent color change to pink color that can be seen visually. The concentration range of 1-1.5% (w/v) of XLD was the best to develop the media. On the other hand, BSA and SSA media was not sensitive to the *S. typhimurium*. Furthermore, another enrichment media of Brain Heart Infussion (BHI) with phenol red indicator has resulted in the rapid detection of 24 h after incubation compare to media without BHI in the same time. This media indicator gave in changing color from red to yellow.

Keywords: media indicator, selective media, color changing, *S. typhimurium*

#### ABSTRAK

Label cerdas adalah label yang dapat menginformasikan kualitas dan memberikan jaminan keamanan produk pangan. Pada penelitian ini, label diproduksi dari media berindikator warna dan ditujukan untuk mendeteksi pertumbuhan *Salmonella typhimurium*. Bakteri ini adalah bakteri patogen yang menyebabkan penyakit salmonellosis dengan gejala jenis keracunan infeksi. Bakteri ini umumnya muncul pada daging segar dan produk olahan daging. Deteksi cepat bakteri ini akan menjamin kesegaran dan keamanan daging. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media berindikator yang berbasis pada perubahan warna untuk mendeteksi secara cepat keberadaan *S. typhimurium*. Media indikator dibuat dari agar bubuk 2% (b/v), tepung tapioka 0,5% (b/v), gliserol 1% (b/v) dan media selektif 1% (b/v) dan kemudian dilarutkan dalam air destilata sampai menjadi 100 mL larutan media. Empat jenis media selektif ditambahkan yaitu Xylose Lysine Deoxychoalate agar (XLD), Hektoen Enteric Agar (HEA), *Salmonella Shigela* Agar (SSA) dan Bismuth Salt Agar (BSA). Media XLD sangat sensitif terhadap pertumbuhan *S. typhimurium* dan menghasilkan perubahan warna dari transparan menjadi merah muda yang bisa dilihat secara visual. Konsentrasi XLD 1-1,5% (b/v) adalah konsentrasi terbaik untuk mengembangkan media indikator ini. Media lain berbahan BSA dan SSA tidak sensitif terhadap pertumbuhan *S. typhimurium*. Selanjutnya media lain yang diperkaya dengan Brain Heart Infussion (BHI) dengan indikator warna phenol red dapat berubah warna dari merah menjadi kuning dalam waktu 24 jam setelah inkubasi.

Kata kunci : Media indikator, media selektif, perubahan warna, *S. typhimurium*

#### PENDAHULUAN

Bahan pangan sangat rentan terhadap penurunan kualitas karena tumbuhnya mikroorganisme. Penurunan kualitas tersebut terkadang tidak diketahui secara cepat dan produk pangan dapat berbahaya jika dikonsumsi. Oleh karena itu, dibutuhkan alat pendeteksi pertumbuhan mikroorganisme yang dapat membantu konsumen dalam mengetahui tingkat penurunan kualitas produk pangan yang akan dibeli atau dikonsumsi, khususnya

pendeteksi keberadaan bakteri berbahaya. Sejauh ini, terdapat beberapa karya inovatif yang sedang berkembang untuk mendeteksi bakteri patogen dan kontaminan produk pangan seperti teknik konsentrasi-pemisahan, epifluorosens-membran filtrasi dan pemisahan immunomagnetik (Mandal *et al.*, 2011). Namun demikian, sebagian temuan ini harus menggunakan perangkat yang kompleks dan memerlukan ekstraksi sampel untuk menentukan kehadiran mikroba yang ditargetkan (Rasooly dan Herold, 2006; Velusamy *et al.*, 2009; Kuswansi *et*

<sup>\*</sup>Penulis untuk korespondensi

al., 2011). Sistem yang lebih sederhana patut dikembangkan dengan label yang diintegrasikan pada kemasan produk (Pavelvoka, 2012). Label ini akan memberikan respon yang mudah dilihat (biasanya dengan perubahan warna) jika terdapat bakteri patogen dalam produk atau kemasan produk.

Label indikator atau sering disebut sebagai label cerdas banyak dikembangkan seperti indikator mikroba. ToxinGuard™ (Ontario, Kanada) mengembangkan indikator biosensor yang memiliki sistem diagnostik visual. Sistem tersebut dicetak pada plastik polietilen yang mampu mendeteksi bakteri patogen (Bodenhammer *et al.*, 2004). Food Sentinel System™ adalah indikator bakteri patogen yang diintegrasikan pada *bar code* sehingga produk akan tertolak secara otomatis ketika produk dilewatkan pada *bar code scanner* (Goldsmith, 1994). Beberapa penelitian kemasan cerdas berbentuk label juga telah banyak dilakukan. Warsiki dan Putri (2012) telah meneliti label indikator untuk mendeteksi kerusakan buah potong karena perubahan pH dan juga kemasan antimikroba yang mampu menghambat mikroba pembusuk pangan (Warsiki *et al.*, 2009; Warsiki *et al.*, 2010; Warsiki *et al.*, 2013a). Selain itu Nofrida *et al.* (2013) dan Warsiki *et al.* (2013b) telah memanfaatkan daun erpa sebagai indikator warna untuk produk rentan suhu dan cahaya. Selanjutnya pengembangan label indikator warna dari ekstrak buah bit (Warsiki *et al.*, 2013<sup>c</sup>) yang mengalami perubahan warna dari merah muda menjadi tidak berwarna karena suhu tinggi.

Label cerdas berindikator warna juga dapat diaplikasikan sebagai pendeteksi kerusakan produk, salah satunya bahan pangan yang disebabkan oleh bakteri patogen seperti daging dan produk olahannya. Kontaminasi bakteri dimungkinkan karena ketidakcukupan proses (tidak higien), kerusakan kemasan, kebocoran keliman, serangga, kesalahan suhu penyimpanan dan lain lain (Prasad dan Kochahar, 2014). *S.typhimurium* merupakan bakteri patogen yang menyebabkan keracunan tipe infeksi yang menular dari hewan ke manusia melalui makanan asal hewan yang terkontaminasi (*food – borne disease*) (Agricultural Research Service, 2002). Bakteri ini sangat mudah tumbuh pada daging segar dan produk olahan daging. Bakteri ini sangat berbahaya bagi manusia dan dapat menyebabkan kematian. Keberadaan bakteri ini pada produk pangan dalam kemasan harus negatif. *Salmonella* tidak kasat mata, namun demikian bakteri ini dapat dideteksi dengan media berindikator yang akan member respon perubahan warna.

Konsep pendeteksian mikroorganisme pada umumnya didasarkan pada pengukuran gas atau senyawa lain hasil metabolisme mikroorganisme, seperti hydrogen sulfida (Wanihsuksombat *et al.*, 2010; Smolander *et al.*, 2002), karbon dioksida (Kerry *et al.*, 2006; Nopwinyuwong *et al.*, 2010), amina (Pacquit *et al.*, 2006; Pacquit *et al.*, 2007),

asam-asam organik (Hong dan Park, 2000) dan enzim (DeCicco dan Keeven, 1995). Biosensor berbahan *conducting polymer nanocomposite* telah berhasil mendeteksi *Salmonella sp.*, *Bacillus cereus* dan *Vibrio parahaemolyticus* dengan menangkap gas hasil metabolisme mikroorganisme tersebut (Arshak *et al.*, 2007). Pada penelitian ini media indikator *S. typhimurium* dikembangkan dari media selektif dan media yang diperkaya dengan bahan lain yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme target. Adapun tujuan penelitian adalah mengujicoba media berindikator warna dari berbagai formulasi media, untuk mendeteksi cepat pertumbuhan *Salmonella typhimurium*.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk membuat media indikator adalah media pembawa yaitu agar bubuk, tepung tapioka, gliserol dan media selektif untuk pertumbuhan *Salmonella*, yaitu *Xylose Lysine Deoxychoalate* (XLD), *Salmonella Shigella Agar* (SSA), *Bismuth Salt Agar* (BSA), *Hecton Enteric agar* (HEA). Selain itu juga digunakan bahan lain seperti *Brain Heart Infussion* (BHI), glukosa, *tetrathionate*,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan *Ferric Amonium Citrate* (FAC) sebagai bahan pengkayaan media serta indikator warna *phenol red*, NaCl fisiologis, aquades, biakan *E.coli* dan biakan *S.typhimurium*. Sebagai media kultur murni digunakan *Trypticase Soy Agar* (TSA) dan *Lactosa Broth Agar* (LBA). Sedangkan alat – alat yang digunakan meliputi cawan petri, gelas piala, *water bath*, *magnetic stirrer*, autoklaf, oven (pengering), inkubator, *hot plate*, *hot stirrer*, batang penyebar, termometer, neraca analitik, pipet volumetrik, sudip aluminium, tabung *Scotch*, tabung reaksi dan alat gelas.

### Metode

#### Media Indikator

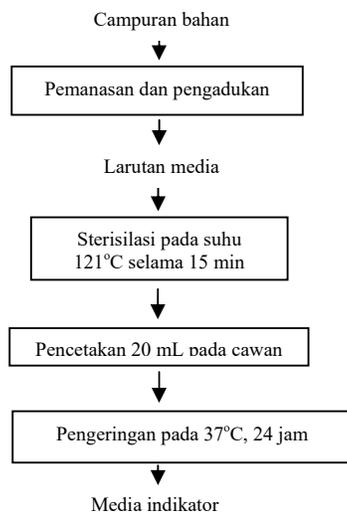
Pada penelitian ini media indikator warna dibuat dari media pembawa dan bahan lain. Media pembawa disiapkan dari campuran agar bubuk, tapioka dan gliserol. Sebagai bahan indikator sekaligus media selektif digunakan bahan paten yang umumnya digunakan untuk mendeteksi pertumbuhan bakteri *S. typhimurium* yaitu XLD, SSA, HEA, dan BSA. Bahan indikator juga diformulasikan dari bahan lain yang terdiri campuran 0,02 g *phenol red*, 1 g glukosa, 0,85 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , dan 0,15 g *ferric amonium citrate*, 7,7 g indikator warna *phenol red* dan 3,7 g bahan pengkayaan. Terdapat 2 jenis bahan pengkayaan yang dicobakan pada campuran ini yaitu BHI dan *tetrathionate*.

Media pembawa adalah media untuk membawa pewarna sekaligus media tempat *Salmonella* tumbuh. Sedangkan bahan selektif digunakan sebagai indikator adanya *S. typhimurium* pada media. Indikator akan mengalami perubahan warna. Perubahan warna media ini terjadi

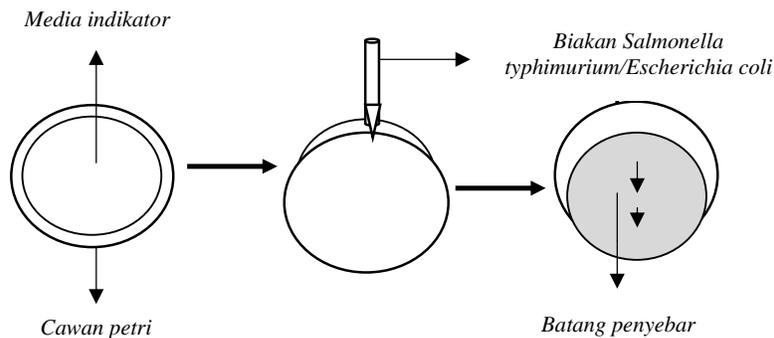
karena penurunan pH media yang disebabkan oleh adanya produksi berbagai asam organik hasil metabolisme *Salmonella* tersebut.

Pada pembuatan media indikator ini diperlukan ruangan steril untuk proses pengeringan media. Ruang steril pengeringan disiapkan dengan memanaskan suhu oven sampai 120°C selama 24 jam yang ditujukan untuk membunuh semua mikroorganisme pada ruangan tersebut. Setelah itu, suhu oven diturunkan sampai mencapai suhu konstan 37°C.

Proses pembuatan media indikator adalah sebanyak 2 g agar bubuk, 5 g tapioka, 1 mL gliserol dan 1 g bahan indikator pewarna ke dalam air destilata sampai terbentuk 100 mL larutan. Larutan kemudian dipanaskan dalam *water bath* sampai larutan mendidih dan diaduk hingga homogen. Setelah itu larutan didesterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Larutan kemudian dicetak pada cawan petri dengan volume 20 mL, dibiarkan memadat dan kemudian dikeringkan pada ruang pengeringan bersuhu 37°C selama 24 jam. Diagram alir pembuatan media indikator disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan media indikator



Gambar 2. Langkah uji sensitivitas media indikator

### Uji Sensitivitas Media Indikator

Uji sensitivitas media indikator dilakukan dengan 2 jenis bakteri Gram negatif yaitu *S.thyphimurium* dan *Escherichia coli*. Sel *S.thyphimurium* yang digunakan untuk menguji sensitivitas media indikator disiapkan dengan cara membiakkan 1 ose kultur murni *S.thyphimurium* dari media umum *Trypticase Soy Agar* (TSA) kedalam 100 mL larutan BHI. Sedangkan biakan *E.coli* disiapkan dari 1 ose kultur *E. coli* pada media *Lactosa Broth Agar* yang diencerkan dengan 100 mL larutan NaCl.

Uji sensitivitas media dilakukan dengan cara metode sebar. Sebanyak 0,1 mL sel *S. thyphimurium* dalam larutan BHI atau 0,1 mL sel *E.coli* dalam larutan NaCl, dipipet dan disebar ke permukaan media indikator yang telah dicetak di dalam cawan petri. Kemudian sel diratakan dengan batang penyebar dan diinkubasi pada suhu optimum pertumbuhan *Salmonella sp.* yaitu 37°C selama 24 jam.

Media indikator juga diuji perubahan warnanya terhadap pertumbuhan *E.coli*. Hal ini dimaksudkan untuk memberi keyakinan hasil uji bahwa media indikator hanya berubah warna karena adanya pertumbuhan *S. thyphimurium* dan bukan disebabkan oleh pertumbuhan bakteri gram negatif lainnya seperti *E.coli*. Gambar 2 menunjukkan langkah uji sensitivitas media terhadap pertumbuhan *S. thyphimurium*.

### Uji Perubahan Visualisasi Warna Label

Menurut beberapa literatur, XLD diyakini sebagai bahan pewarna yang memberikan visualisasi perubahan warna terbaik untuk mendeteksi *Salmonella sp.* dibandingkan dengan bahan lain. Pada penelitian ini diujicobakan penambahan XLD dengan berbagai konsentrasi yang berbeda. Media indikator diproduksi sesuai diagram alir seperti Gambar 1 dengan 4 konsentrasi XLD yang berbeda yaitu 0,5; 1; 1,5 dan 2% per 100 mL larutan media yang dipersiapkan. Kemudian media diuji sensitivitasnya terhadap pertumbuhan bakteri *S. thyphimurium* seperti pada Gambar 2.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemilihan Bahan Media Indikator dan Uji Sensitivitas Label Cerdas

Media selektif XLD memperlihatkan perubahan warna yang mudah dilihat secara visual. Perubahan warna yang terjadi yaitu warna bening transparan (tidak berwarna) menjadi warna merah muda (*fuschia*) pada waktu pengamatan jam ke 24 – 72. Formulasi tersebut juga dapat membedakan bakteri Gram negatif *S. typhimurium* dan *E.coli* melalui perbedaan warna yang dihasilkan. Pada uji sensitifitas dengan *E. coli*, media indikator tidak menunjukkan adanya perubahan warna.

Selanjutnya, media berbahan SSA dan BSA tidak terjadi perubahan warna karena warna media tidak jauh berbeda antara sampel awal pada jam ke-0 (sebelum *S. typhimurium* tumbuh) dan juga kontrol (media tanpa biakan *S. typhimurium*). Uji sensitivitas perubahan warna media indikator dengan HEA, menghasilkan warna merah muda pada kedua bakteri yang dicobakan pada waktu inkubasi yang berbeda. Media HEA dapat mendeteksi *S. typhimurium* pada jam ke-72 penyimpanan, namun demikian media yang sama dapat mendeteksi *E.coli* lebih cepat yaitu pada jam ke-24. Dengan demikian HEA lebih sesuai diaplikasikan sebagai pendeteksi *E.coli* dibandingkan dengan *S. typhimurium*.

Berdasarkan hasil pengamatan juga diperoleh bahwa XLD menghasilkan perubahan warna terbaik untuk mendeteksi bakteri *S. typhimurium* dan ini sesuai dengan hasil penelitian lain (Kang dan Fung, 2000; Maddocks *et al.*, 2002;

Nyel *et al.*, 2002). Perubahan warna yang dihasilkan dengan media ini dapat terlihat secara visual dan konstan (tidak ada perubahan warna) dalam jangka waktu lama dibandingkan dengan media berbahan lain. Menurut Doyle *et al.* (1989) perubahan warna ini disebabkan oleh penurunan pH media karena fermentasi glukosa oleh *Salmonella* menjadi asam organik seperti menjadi asam laktat, asetat dan format sehingga pH media menjadi sekitar 4. Perubahan warna media secara visual dari berbagai bahan media yang diujicobakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada penelitian ini, media indikator juga diformulasikan dengan menambahkan media pembawa dengan bahan pengkayaan BHI dan *phenol red* sebagai indikator warna. Tabel 2 menunjukkan hasil uji sensitivitas media tanpa BHI dan dengan tambahan BHI. Uji sensitivitas media dengan indikator warna *phenol red* dan tanpa BHI telah menghasilkan perubahan warna dari kuning ke merah. Tidak terdapat perbedaan perubahan warna media dalam mendeteksi bakteri *S. typhimurium* dan *E. coli*.

Hal ini disebabkan karena kedua bakteri tersebut akan memfermentasi gula pada media dan menghasilkan asam-asam organik seperti n-butirat, L-laktat, D-laktat dan asam asetat (Wanihsuksomat *et al.*, 2010). Selanjutnya, asam-asam ini akan menurunkan pH media yang direpresentasikan dengan perubahan warna *phenol red* sebagai indikator.

Tabel 1. Hasil uji sensitivitas media indikator dari berbagai media selektif

Media selektif	Jenis Bakteri	Pengamatan (Jam)			
		0	24	48	72
XLD	<i>S. typhimurium</i>				
	<i>E. coli</i>				
SSA	<i>S. typhimurium</i>				
	<i>E. coli</i>				
HEA	<i>S. typhimurium</i>				
	<i>E. coli</i>				
BSA	<i>S. typhimurium</i>				
	<i>E. coli</i>				

Tabel 2. Hasil uji sensitivitas media indikator dengan bahan pengkayaan BHI

Indikator	Jenis Bakteri	Pengamatan (Jam)			
		0	24	48	72
Phenol red	<i>S. typhimurium</i>				
	<i>E.coli</i>				
Phenol red + BHI + Glukosa	<i>S. typhimurium</i>				
	<i>E.coli</i>				

Hal yang serupa juga telah dikembangkan oleh Smolander *et al.* (2002) untuk mendeteksi *E. coli* dengan memanfaatkan toxin hasil metabolisme mikroorganisme dan mampu merubah warna media dari biru menjadi merah. Namun demikian, media berindikator *phenol red* (tanpa BHI) ini dapat mendeteksi keberadaan *S.thypimurium* lebih cepat dibandingkan dengan *E.coli*.

Formulasi lain dibuat dengan menambahkan BHI dan glukosa. Hasil uji sensitivitas menghasilkan perubahan warna dari merah ke kuning dalam mendeteksi *S. typhimurium* dan *E. coli*. Warna merah media berasal dari kondisi basa yang ditimbulkan oleh BHI. Seperti diketahui bahwa nilai pH media BHI cenderung basa yaitu sebesar 7,2 – 7,6. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, media *phenol red* + BHI + glukosa memberikan perubahan warna yang sangat cepat dan merata pada seluruh permukaan media dibandingkan dengan media tanpa BHI dan glukosa. Seperti diketahui BHI dan glukosa adalah bahan *enrichment* yang akan mempermudah mikroorganime untuk tumbuh. Akibatnya, media yang diperkaya dengan BHI dan glukosa akan lebih sensitif dalam mendeteksi pertumbuhan *Salmonella* ataupun *Escherichia* dengan waktu kurang dari 24 jam.

Formulasi media yang terbuat dari bahan pewarna *phenol red*, merupakan formulasi media yang terlalu umum untuk dapat mendeteksi bakteri gram negatif famili *Enterobacteriaceae* seperti *S. thypimurium*. Namun demikian, media ini kurang selektif jika dibandingkan dengan media XLD. Hal ini disebabkan XLD memiliki *inhibitors* (penghambat) berupa *sodium deoxycholate* sehingga bakteri Gram positif dapat dihambat pertumbuhannya. Komponen penghambat lain yang dapat digunakan oleh *Enterobacteriaceae* untuk mencegah mikroorganisme lain tumbuh adalah *bile salts*, *brilliant green*, dan *sodium lauryl sulphate* (Baird *et al.*, 1995). Dengan demikian media XLD berpotensi untuk dikembangkan sebagai media pendeteksi *Salmonella*.

Formulasi selanjutnya adalah media dengan bahan indikator warna *phenol red* dan bahan pengkayaan *tetrathionate*. *Tetrationate broth* adalah

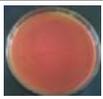
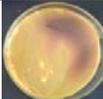
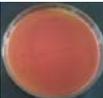
bahan pengkayaan media yang banyak digunakan untuk isolasi *Salmonella sp.* Tabel 3 menunjukkan hasil uji sensitivitas media dengan bahan tambahan *tetrathionate* + BHI dan tanpa BHI. Media ini menghasilkan perubahan warna yang tidak jauh berbeda dengan media berindikator *phenol red* seperti formulasi sebelumnya, yaitu dari merah menjadi kuning. Ketidakterdapatnya bahan pengkayaan BHI telah menyebabkan media lambat dalam mendeteksi keberadaan *Salmonella* ini. Media *tetrathionate* –BHI dapat mendeteksi bakteri *Salmonella* pada jam ke-24, sedangkan media *tetrathionate* tanpa BHI, pada jam yang sama belum menunjukkan perubahan warna yang signifikan.

Penambahan *tetrathionate* telah menghasilkan media yang lembek sehingga tidak sesuai jika akan digunakan sebagai label. Selain itu, perubahan warna dari uji sensitivitas hanya dapat dilihat dari satu sisi, sehingga kurang dapat diaplikasikan menjadi media indikator. *S. typhimurium* tumbuh dan menghasilkan perubahan warna terbaik pada media selektif XLD. Pertumbuhan *S. typhimurium* ditunjukkan dengan berubahnya warna media dari bening transparan ke warna merah muda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Di samping itu media selektif XLD memiliki kandungan *sodium deoxycholate* sebagai bahan inhibitor bakteri Gram positif, sehingga media akan lebih mudah mendeteksi bakteri gram negatif dan menghambat pertumbuhan bakteri gram positif.

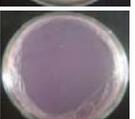
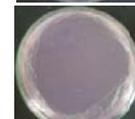
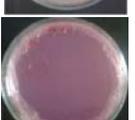
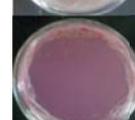
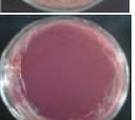
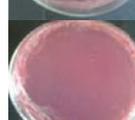
#### Pengaruh Konsentrasi XLD Terhadap Perubahan Visualisasi Warna Label

Pada penelitian ini media XLD dipilih sebagai media terbaik untuk dikembangkan sebagai pendeteksi *S.thypimurium*. Pada perlakuan berikutnya, konsentrasi XLD divariasikan untuk mendapatkan perubahan warna yang cepat dan mudah dilihat dengan mata. Hasil perubahan visualisasi warna media pada berbagai konsentrasi XLD dapat dilihat pada Tabel 4. Media indikator dengan konsentrasi XLD 1% dan 1,5% mengalami perubahan visualisasi warna terbaik untuk mendeteksi bakteri *S. typhimurium*.

Tabel 3. Hasil uji sensitivitas media dengan *tetrathionate* + BHI

Komposisi media	Jenis Bakteri	Pengamatan (Jam)	
		0	24
<i>Phenol red</i> + BHI + Tetrathionate + Glukosa + Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FAC	<i>S. typhimurium</i>		
	<i>E.coli</i>		
<i>Phenol red</i> + Glukosa + Tetrathionate + Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FAC	<i>S. typhimurium</i>		
	<i>E.coli</i>		

Tabel 4. Hasil perubahan visualisasi warna terhadap berbagai konsentrasi XLD

Konsentrasi XLD (%)	Keterangan	Pengamatan (Jam)			
		0	24	48	72
0.5	Kontrol				
	<i>S.typhimurium</i>				
1	Kontrol				
	<i>S.typhimurium</i>				
1.5	Kontrol				
	<i>S.typhimurium</i>				
2	Kontrol				
	<i>S.typhimurium</i>				

Pada Tabel 4 terlihat bahwa perubahan warna dapat dibedakan dari jam ke-0 sampai jam ke-72. Media indikator dengan konsentrasi XLD 1% dan 1,5% memiliki warna awal pada jam ke-0 transparan dan berubah secara perlahan menjadi warna merah muda pada jam ke-24, 48, dan 72. Perbedaan hasil perubahan warna, pada kedua konsentrasi media XLD terlihat pada jam ke-24. Pada konsentrasi XLD 1% perubahan warna ke merah muda cukup terlihat jelas secara langsung, sedangkan media dengan konsentrsai XLD 1,5% memiliki perubahan warna yang terlihat lebih jelas dan lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi XLD 1%. Dengan demikian konsentrasi XLD 1-1,5% adalah rentang konsentrasi terbaik dalam pembuatan media indikator yang dapat memberikan perubahan warna yang signifikan dalam mendeteksi keberadaan *S. typhimurium*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Media berbahan XLD sangat sesuai untuk mendeteksi pertumbuhan *S. typhimurium* dibandingkan dengan SSA, EXA dan BHA. Bahan pengkayaan BHI dapat mempercepat perubahan warna media dari merah menjadi kuning dalam waktu 24 jam inkubasi. Media indikator berbahan XLD dengan konsentrasi 1-1,5% menghasilkan perubahan warna terbaik dari transparan menjadi merah muda. Media ini mampu menteksi keberadaan *Salmonella* pada jam ke 24.

### Saran

Penelitian lanjutan patut dilaksanakan untuk menghitung sensitivitas media terhadap jumlah *S. typhimurium* yang tumbuh pada permukaan media. Sebaiknya, media harus dapat mendeteksi jumlah bakteri dengan jumlah yang sedikit dan tetap memberikan perubahan warna signifikan yang terlihat kasat mata.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia atas pendanaan penelitian ini melalui Skim Hibah Kompetensi.

## DAFTAR PUSTAKA

Agricultural Reasearch Service. 2002. A Focus on *Salmonella* sp. [Internet]. Tersedia pada: <http://fsrio.nal.usda.gov>. [2014 Jun 14].  
Arshak K, Adley C, Cunniffe C, Campion M, Harris J. 2007. Characterisation of polymer nanocomposite sensor for quantification of bacterial cultures. *Sensor and Actuator B: Chemical* 126 (1):226-231.

Baird R, Curtis G, dan Corry J. 1995. Culture Media for Food Microbiology. Volume 34. Amsterdam (NL). Elsevier Science B. V.  
Bodenhammer WT, Jakowski G, dan Davies E. 2004. Surface binding of an immunoglobulin to a flexible polymer using a water soluble varnish matrix. US Patent 6692973.  
DeCicco BT dan Keevem JK. 1995. Detection system for microbial contamination in health care product. US Patent 5443987.  
Goldsmith RM. 1994. Detection of contamination in food. US Patent 5 306 466.  
Hong SI dan Park WS. 2000. Use of color indicators as an active packaging system for evaluating kimchi fermentation. *J Food Eng.* 46 (1): 67 – 7.  
Kang DH dan Fung DYC. 2000. Application of thin agar layer method for recovery of injured *Salmonella typhimurium*. *Int J Food Microbiol.* 54 (1-2): 127-132.  
Kerry JP, O'Grady MN, dan Hogan SA. 2006. Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging system for meat and muscle-based product. A review. *Meat Sci.* 74 (1): 113 130.  
Kuswandi B, Wicaksono Y, Abdullah A, Heng LY, Ahmad M. 2011. *Smart Packaging : Sensor for Monitoring of Food Quality and Safety.* Volume 5. US: Springer. P137-146.  
Mandal PK, Biswas AK, Choi K, Pal UK. 2011. Methods for rapid detection of food borne pathogens : An overview. *Am J Food Tech.* 6 (2):82-102.  
Maddocks S, Olma T, dan Chen S. 2002. Comparison of CHROM agar Salmonella Medium and Xylose-Lysine-Desoxycholate and Salmonella-shigella agars for isolation of *Salmonella* Strains from stool samples. *J. Clin. Microbiol.* 40 (8): 2999-3003.  
Nofrida R, Warsiki E, dan Yuliasih I. 2013. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap perubahan warna label cerdas indikator warna daun erpa (*Aerva sanguinolenta*). *J Tek Ind Pert.* 23 (3) : 232-241.  
Nopwinyuwong A, Trevanich S, dan Suppakul P. 2010. Development of a novel colometric indicator label for monitoring freshness of intermediate-moisture dessert spoilage. *J Talanta.* 81 : 1126 – 1132.  
Nye KJ, Fallon D, Frodsham D, Geel B, Howel S, Messer S, Turner T, Warren RE. 2002. An evaluation of the performance of XLD, DCA, MLCB, and ABC agars as direct plating media for the isolation of *Salmonella enterica* from faeces. *J Clin Pathol.* 55: 286-288.  
Pacquit A, Crowley K, Lau KT, Diamond D. 2006. Real-Time Monitoring of Microbial Spoilage Using Smart Packaging Sensor.

- Proc of IUFOST Conference 2006*, Nantes, France (Digital Object Identifier IUFOST2006/702).
- Padhye VV, Zhao T, dan Doyle MP. 1989. Production and characterisation antibodies to Verotoxins I and 2 of serotype 0 157: H7 of monoclonal from Escherichia coli. *J Med Microbiol.* 30: 219-226.
- Paquit A, Frisby J, Lau KT, McLaughlin H, Quilty B, Diamond D. 2007. Development of a smart packaging for monitoring of fish spoilage. *J Food Chem.* 102 (2):466-470.
- Pavelkova A. 2012. Intelligent packaging as device for monitoring of risk factor in food. *J Microbiol Biotechnol Food Sci.* 2(1): 282-292.
- Prasad P dan Kochhar A. 2014. Active packaging in food industry : A Review. *IOSR J Env Sci.* 8 (1):01-07.
- Rasooly A dan Herold K. 2006. Biosensor for the analysis of food and waterborne pathogens and their toxins. *J AOAC Int.* 89 (3):873-883.
- Smolander M, Hurme E, Latva-Kala K, Louma T, Alakomi H-L, Ahvenainen R. 2002. Myoglobin-based indicator for evaluation of freshness of unmarinated broiler cuts. *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.* 3 (2): 279-298.
- Velusamy V, Arshak K, Korostynska O, Oliwa K, Adley C. 2010. An Overview of foodborne pathogen detection : In the perspective of biosensors. *Biotech Adv.* 28 (2) : 232-254.
- Wanihsuksombat C, Hongtrakul V, dan Suppakul P. 2010. Development and characterization of a prototype of lactic acid-based time temperature indicator for monitoring food product quality. *J Food Eng.* 100: 427-434.
- Warsiki E, Sunarti TC, dan Damanik R. 2009. Efficacy of Chitosan-base Antimicrobial (AM) Packaging. *Proc The 11st International Conference on QIR (Quality in Research)*. ISSN : 114-1284. Jakarta Agustus 2009.
- Warsiki E, Sunarti TC, dan Damanik R. 2010. Pengembangan Kemasan Antimikrobia untuk Memperpanjang Umur Simpan Produk. Prosiding . Seminar Tahunan Hasil-hasil Riset IPB Tahun 2009. Buku ke-5 : Rekayasa dan Teknologi Pangan. ISBN : 978-602-8853-03-3, 978-602-8853-08-8. Bogor, Desember 2010: 579-588.
- Warsiki E dan Putri CDW. 2012. Colored label indicator from natural and synthetic dye. *Electronic J Agroind Ind.* 1 (2): 82-87.
- Warsiki E, Sunarti TC, dan Nurmala L. 2013a. Kemasan antimikrobia untuk memperpanjang umur simpan bakso ikan. *J Ilmu Pert Ind.* 18 (2): 125 – 131.
- Warsiki E, Nofrida R, dan Yuliasih I. 2013b. Pemanfaatan ekstrak daun erpa (*Aerva sanguilenta*) untuk label cerdas indikator warna. *J Ilmu Pert Ind.* 18 (1):.16 -19.
- Warsiki E dan Utami AS. 2013c. Color Stability of Beet Dyes Label During Heating. *Proc The 2nd Int on Adaptive and Intelligent Agroind. Bogor*, September 2013.