

Aplikasi Media Selektif Mikroba sebagai Indikator Kemasan Cerdas pada Bahan Pangan

Aplikasi Media Selektif Mikroba sebagai Indikator Kemasan Cerdas pada Bahan Pangan

Sri Indriati¹⁾, Muhammad Yusuf²⁾, Nur Fitriani Usdyana Attahmid³⁾, Rosalin⁴⁾

^{1,2,4)}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar, 90245

³⁾Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, Jalan Poros Makassar-Parepare KM. 83, Kec.Mandalle, Kab.Pangkep, 90652

Email : yusufitri@poliupg.ac.id

Abstract

Food quality decrease happens up to storage, distribution and transportation. Qualities decreased information be detected by smart packaging have particular indicator. Smart packaging aims to keep condition of food in packaging and gives information about food quality precisely and product security. This research intent to result smart packaging that detects existence *Escherichia coli* and *Pseudomonas Sp*. This bacteria gets pathogen's character that cause poisoned and infection on body and gets to make soft texture to the meat flesh, meanwhile on fruit and vegetable gets to cause rot, finger rot, and soft texture. These bacteria generally appear in fresh meat, meat products, fruits and vegetables. Smart labels are made from selective media, that Eosin Methylene Blue (EMBA) and Selenit Enrichment Broth (SEB), in formulated with agar powder, tapioca flour and glycerol. Smart label application on fish, meat, tomatoes and spinach produces the right response to detect quality damage in foodstuffs, shown in the results of determination of shelf life, calculation bacteria of Total Plate Count (TPC), measurement of physical properties (tensile strength, elongation, thickness), color analysis with chromameter and intelligent label sensitivity testing.

Keywords: Smart Packaging; Bacteria, *Escherichia Colli*; *Pseudomonas sp*; Selective Media

I. PENDAHULUAN

Kemasan cerdas merupakan kemasan yang mampu memberikan informasi kesegaran dari produk makanan yang dikemasnya, karena dapat memantau kualitas dan keamanan produk pangan selama penyimpanan, transportasi dan pemasaran. Pengemasan cerdas bertujuan untuk mengawasi kondisi makanan terkemas untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas makanan dalam kemasan secara “*real time*”. Beberapa penelitian kemasan cerdas berbentuk label telah banyak dilakukan. Warsiki dan Utami (2013), telah meneliti label indikator untuk mendeteksi kerusakan bahan pangan karena perubahan pH dan juga kemasan antimikroba yang mampu menghambat mikroba pembusuk pangan. Selanjutnya Anwar dan Warsiki

(2018), meneliti tentang kemasan antimikroba dengan menggunakan label indikator dari bahan yang berbeda, serta Yusuf *et al.*, (2018), yang menggunakan kubis merah sebagai sensor untuk meninjau kerusakan mutu daging dan ikan.

Smart indicator merupakan inovasi dalam pengemasan pangan segar yang dapat memberikan informasi secara aktual mengenai kondisi produk pangan dalam kemasan. Umumnya *smart indicator* berwujud label tipis yang diletakkan di bagian permukaan menampilkan keterangan bahan terkemas dalam bentuk warna yang berubah sesuai kondisi aktual produk. Penggunaan *smart indicator* pada kemasan pangan segar merupakan inovasi kongkrit untuk mengatasi masalah penjaminan mutu produk pangan segar. Penurunan mutu produk tidak

dapat dilihat tanpa adanya sebuah indikator. Oleh sebab itu perlu indikator yang dapat berperan sebagai media informasi bagi konsumen akan kesegaran produk selama proses penyimpanan.

Salah satu jenis mikroba pathogen yaitu *Escherichia coli* dan *Pseudomonas sp.* *E.coli* menghasilkan Shiga-toxin (STEC) yang dapat mengkontaminasi daging segar. Daging dan ikan yang dimasak kurang matang lebih mudah terinfeksi oleh STEC. Sedangkan *Pseudomonas sp* bersifat pektinolitik dapat merombak bahan-bahan yang mengandung pektin sehingga dapat menyebabkan kebusukan, *finger rot*, dan membuat tekstur yang lunak pada buah dan sayuran.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah penurunan mutu produk karena pertumbuhan mikroba harus dideteksi dan diinformasikan dengan label indikator untuk meningkatkan keamanan pangan bagi konsumen, khususnya pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp.* *E.coli* dan *Pseudomonas sp* merupakan bakteri pathogen, jumlahnya yang berlebihan akan berbahaya. Label indikator *E.coli* dan *Pseudomonas sp* merupakan label yang direkatkan pada permukaan kemasan suatu produk dan label ini mampu mendeteksi pertumbuhan bakteri dengan perubahan warna yang langsung dapat dilihat oleh konsumen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengaplikasikan mengenai pembuatan label dengan indikator *Eosin Methilene Blue* (EMBA) dan *Selenit Enrichment Broth* (SEB) perlu dilakukan untuk mengetahui respon label terhadap pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp.* Dengan demikian, pembuatan label dengan EMBA dan SEB ini dapat memberikan informasi kepada konsumen tentang kualitas produk terkemas pada daging sapi, daging ikan, buah dan sayuran komersil.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian pendahuluan meliputi pemilihan bahan pembuat film, dengan menggunakan dua media selektif yaitu *Eosin Methilene Blue Agar* (EMBA) dan *Selenite Cystine Broth* (SEB) dengan konsentrasi yang berbeda masing-masing 0,5% ; 1% dan 1,5%. Formulasi standar label cerdas mengacu kepada penelitian Warsiki *et al.*, (2009) dalam pembuatan film yaitu tepung tapioka 0.5 % dan gliserol 1 %. Konsentrasi agar bubuk mengacu pada penelitian Warsiki *et al.*, (2017), sebesar 2 %. Pemilihan film terbaik didasarkan pada sensitifitas

pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp* serta sifat fisik film.

Pengujian Sensitivitas Label Terhadap Pertumbuhan *Escherichia Colli* dan *Pseudomonas sp*

Label cerdas yang telah dicetak dalam cawan petri diuji sensitivitasnya terhadap pertumbuhan *Escherichia Coli* dan *Pseudomonas sp* dengan cara memipetkan jumlah sel *Escherichia Coli* dan *Pseudomonas sp.* Positif pertumbuhan *Escherichia Colli* dan *Pseudomonas sp* pada label cerdas ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda sampai kuning. Uji dilakukan dengan cara memipetkan kultur *Escherichia Coli* dan *Pseudomonas sp* sebanyak 0.1 mL ke dalam label yang telah dicetak di dalam cawan petri, kemudian di inkubasi sampel dilakukan pada suhu optimum pertumbuhan 37°C selama 24 jam. Formulasi media selektif untuk pembuatan label cerdas dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL 1. DESAIN EKSPERIMENT (DOE) MENGGUNAKAN SOFTWARE ECHIP PADA MEDIA SELEKTIF UNTUK LABEL CERDAS

Media Selektif	Konsentrasi (%)	Agar Bubuk (%)	Tepung Tapioka (%)	Gliserol (%)
EMB	0,5	2	0,5	1
	1	2	0,5	1
	1,5	2	0,5	1
SEB	0,5	2	0,5	1
	1	2	0,5	1
	1,5	2	0,5	1

Uji Sensitifitas Film Terbaik terhadap Pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp* pada Berbagai Suhu Penyimpanan.

Hasil terbaik dari formula pada tahap ketiga diuji sensitifitasnya terhadap pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp.* Uji ini dilakukan pada berbagai suhu dingin dan suhu kamar yaitu 10±3°C dan 30±2°C. Sebanyak 1 mL lactose broth diinokulasi pada film cawan petri, lalu disimpan dan dihitung jumlah koloni *E.coli* dan *Pseudomonas sp* selama penyimpanan.

Karakterisasi Sifat Fisik *Film*

Karakterisasi sifat fisik lembaran *film* menggunakan instrument tekstur analyzer. Pengujian karakterisasi meliputi uji ketebalan *film*, kekuatan tarik dan elongasi. Pengujian yang dilakukan yaitu ketebalan (mm), kekuatan tarik (kgf/mm²) dan elongasi (%).

Aplikasi Label Indikator dengan Metode Penangkapan

Uji ini bertujuan untuk mendapatkan metode aplikasi label terbaik. Sebanyak 0,5 mL *lactose broth* dimasukkan ke dalam wadah, kemudian label berukuran 4 cm × 5 cm ditempelkan di atas wadah. Pengukuran jumlah *E.coli* dan *Pseudomonas sp* menggunakan *Total Plate Count* (TPC), TVBN (*Total Volatile Base Nitrogen*) dan TMA (*Tri Metil Amin*). Metode TPC ini dimodifikasi untuk menghitung jumlah *E.coli*. Koloni mikroba dihitung dengan alat *colony counter quebec*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Bahan Pembuat Label Film

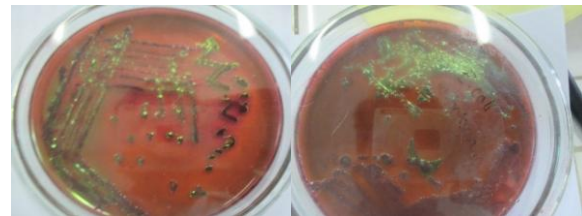
Penelitian pendahuluan dilakukan untuk memilih bahan *film* yang dapat mendeteksi *E.coli* dan *Pseudomonas sp*, sehingga *film* tersebut dapat dijadikan sebagai indikator kemasan cerdas. Media yang digunakan sebagai indikator adalah *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dan *Selenite Cystine Broth* (SEB). EMBA adalah media selektif dan diferensial yang digunakan untuk mengisolasi *coliform fecal*. EMBA mengandung pepton, laktosa, sukrosa, pewarna eosin Y dan metilen biru. Media SEB merupakan medium cair yang selektif digunakan untuk kultur *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Shigella* dan *E. Coli* namun dengan jumlah yang tidak signifikan. Bahan yang digunakan terdiri dari agar bubuk, gliserol, tapioka, EMBA dan SEB.

Uji sensitifitas label terhadap *E.coli* dan *Pseudomonas sp* bertujuan agar label dapat dijadikan sebagai indikator *E.coli* dan *Pseudomonas sp*. Pertumbuhan *E.coli* ditunjukkan dengan adanya koloni berwarna hijau metalik di permukaan label. Terdapat beberapa kendala pada proses pembuatan *film* indikator, yaitu *film* mudah terkontaminasi. Proses pembuatan *film* indikator harus dimodifikasi dengan meningkatkan suhu pengeringan, sehingga *film* indikator tidak terkontaminasi. Proses pengeringan *film* dilakukan pada oven suhu 50°C.

Pengeringan oven menghasilkan *film* yang tipis, kering dan tidak mudah terkontaminasi oleh mikroba.

Uji Sensitifitas Label Terhadap Pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp*

Tahap berikutnya yaitu pengujian sensitifitas *film* formula terbaik terhadap suhu penyimpanan. Sensitifitas *film* berperan penting untuk mengetahui aktivitas bakteri di berbagai suhu. Pengujian sensitivitas label terhadap *E.coli* dan *Pseudomonas sp* dilakukan dengan menginokulasi biakan murni *E.coli* dan *Pseudomonas sp* pada cawan petri dengan menggunakan media EMBA dan SEB yang dapat dilihat pada gambar 8. Hasil terbaik dari formula pada tahap ketiga diuji sensitifitasnya terhadap pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp*. Uji ini dilakukan pada suhu penyimpanan dingin dan suhu kamar yaitu 10±3°C dan 30±2°C. Sebanyak 1 mL biakan murni dan *lactose broth* diinokulasi pada *film* cawan petri, lalu disimpan dan dihitung jumlah koloni *E.coli* dan *Pseudomonas sp* selama penyimpanan. Hasil inokulasi bakteri pada media EMBA dan SEB dapat dilihat pada gambar 1.



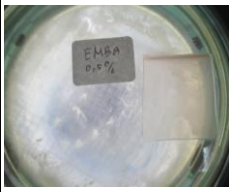
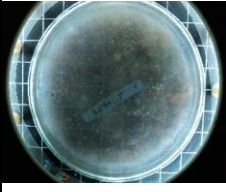
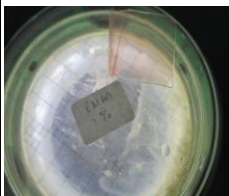
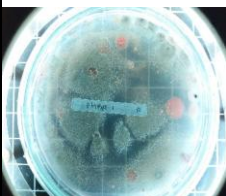
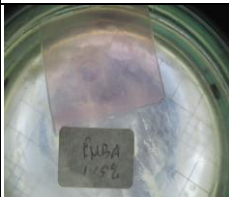
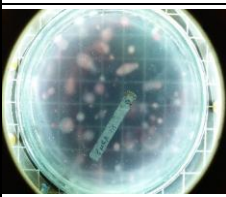
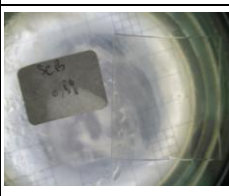
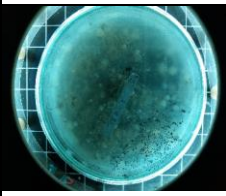

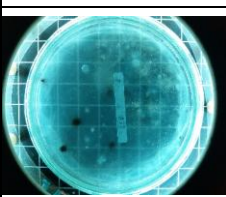
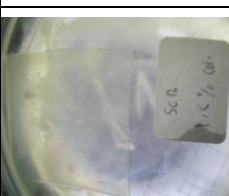
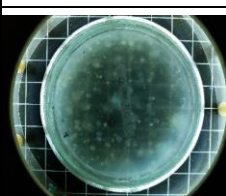
(a)

(b)

Gambar 1. Hasil Inokulasi (a) Bakteri *E.coli* dan *Pseudomonas sp* pada Media EMBA dan (b) Bakteri *E.coli* dan *Pseudomonas sp* pada Media SEB Sumber : Data Primer, 2018.

Pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp* terlihat signifikan pada media Campuran agar bubuk + EMBA + tapioka + gliserol dengan berbagai konsentrasi, sedangkan pada media SEB pertumbuhan bakteri *Pseudomonas sp* sangat signifikan dibandingkan *E.coli*. *E.coli* tumbuh pada label berbahan agar bubuk + EMBA. Pertumbuhan *E.coli* ditunjukkan oleh koloni berwarna merah muda pada permukaan label cawan petri. Pada bakteri *E.coli* dan *Pseudomonas sp* yang memfermentasi laktosa dengan lambat akan menghasilkan asam dengan jumlah yang sedikit sehingga koloni akan berwarna coklat atau merah muda. Hasil pengujian sensitivitas mikroorganisme pada label dapat dilihat pada tabel 2.

TABEL 2. HASIL UJI SENSITIFITAS TERHADAP PERTUMBUHAN *E. COLI* DAN *PSEUDOMONAS SP*

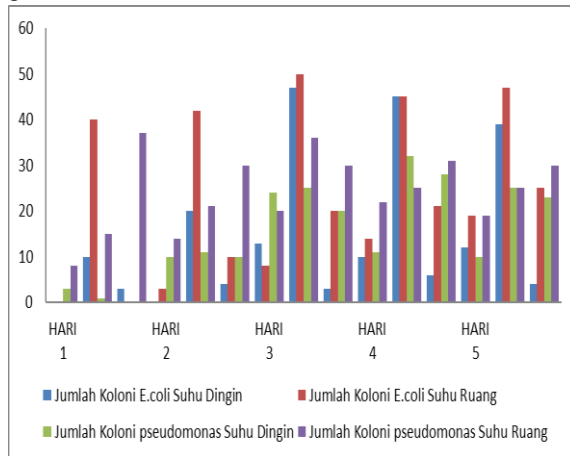
Bahan	Respon	Sebelum Uji	Setelah Uji
EMBA 0,5%	+		
EMBA 1 %	++++		
EMBA 1,5 %	++		
SEB 0,5 %	++		
SEB 1 %	++++		
SEB 1,5 %	++		

Sumber : Data Primer yang diolah, 2018.

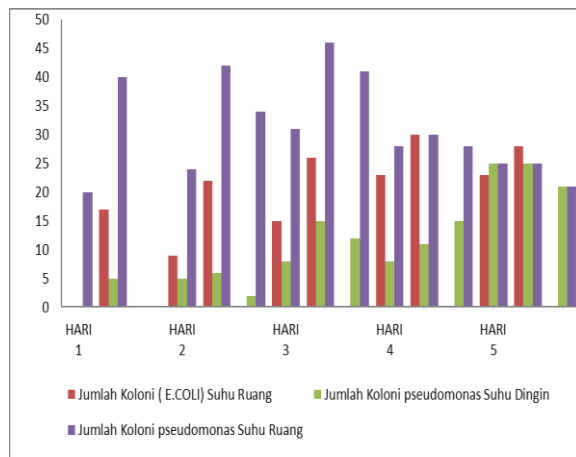
Campuran agar bubuk + SEB + tapioka + gliserol menghasilkan larutan *film* yang lebih jernih dan bening. Tapioka mengandung 83% amilopektin yang menyebabkan pasta menjadi bening dan kecil (Pramesti *et al.*, 2015). Tapioka mengandung pati yang mengalami proses gelatinisasi, yaitu peristiwa hilangnya sifat *birefringence* granula pati akibat

penambahan air dan pemanasan pada waktu dan suhu tertentu, sehingga granula pati membengkak dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (Yusuf *et al.*, 2016). Bahan yang dipilih untuk pembuatan *film* indikator terdiri dari agar bubuk, EMBA, SEB, tapioka dan gliserol. Bahan ini dapat menghasilkan sifat fisik *film* yang lebih baik dan sensitif terhadap

pertumbuhan *E.coli* dan *Pseudomonas sp.* Perhitungan jumlah bakteri dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Mikroba Dengan Media EMBA
Sumber : Data Primer yang Diolah, 2018



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Mikroba Dengan Media SEB
Sumber : Data Primer yang Diolah, 2018

Jumlah koloni *E.coli* dan *Pseudomonas sp* pada konsentrasi EMBA 1% menghasilkan koloni yang jumlahnya relatif stabil di hari pertama dibandingkan lainnya. *E.coli* dan *pseudomonas* banyak tumbuh pada suhu ruang (28±2)°C. Jumlah koloni yang tumbuh terus mengalami peningkatan dari hari ke-1 hingga hari ke-3 dan mengalami penurunan pada hari ke-4 dan ke-5. Kedua bakteri dapat tumbuh pada suhu 8-46 °C dan tidak dapat tumbuh pada suhu beku (Sudibyo dan Hutajulu, 2013). Dari grafik diatas juga dapat dilihat

EMBA memiliki sensitifitas yang baik dibanding SEB hal ini terjadi dikarenakan EMBA memiliki komposisi yang lebih kompleks dibanding dengan SEB. Komposisi EMBA terdiri atas pepton, laktosa, sukrosa, pewarna eosin Y dan metilen biru sedangkan komposisi terdiri atas laktosa, posfat, L-Cystine.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa label cerdas tidak hanya dapat mendeteksi *E.coli* dan *Pseudomonas sp*, tetapi mikroba lain seperti jamur dapat dengan mudah mengkontaminasi label media. Bahan-bahan yang terkandung pada label cerdas merupakan sumber nutrisi untuk pertumbuhan mikroba. Agar bubuk adalah turunan polisakarida yang mengandung karbohidrat, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, natrium dan kalium (Dirpan, 2018). Nutrisi pertumbuhan mikroba terdiri dari karbon, nitrogen, sulfat, fosfor dan unsur mineral. Karbon merupakan nutrisi terpenting untuk pertumbuhan mikroba. Mikroba menggunakan karbon sebagai sumber energi untuk menghasilkan protein, karbohidrat dan lemak. Nutrisi lain yang dibutuhkan mikroba yaitu nitrogen, sulfur dan fosfor. Mikroba juga membutuhkan komponen berukuran kecil untuk proses metabolisme sel. Komponen tersebut terdiri dari tembaga, seng dan besi. Unsur mineral digunakan sebagai kofaktor pada reaksi enzimatik sel (Gigante *et al.*, 2011).

Karakterisasi Sifat Fisik Film

Karakterisasi sifat fisik bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dari film indikator. Parameter yang diuji yaitu ketebalan, kekuatan tarik, dan elongasi. Hasil uji sifat fisik film ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3. ANALISIS SIFAT FISIK KEMASAN CERDAS

Konsentrasi	Ketebalan (mm)	Kuat Tarik (N/Mm ²)	Elongasi (%)
EMBA 0,5%	0,19	46,3879	31,38
EMBA 1%	0,19	77	92,65
EMBA 1,5%	0,2	49,1204	64,91
SEB 0,5%	0,18	49,6049	34,22
SEB 1%	0,18	89,9733	10,79
SEB 1,5%	0,19	57,1276	95,15

Sumber : Data Primer yang Diolah, 2018.

Ketebalan mempengaruhi kualitas film yang dihasilkan terhadap kekuatan tarik, persen

pemanjangan (elongasi) dan laju transmisi. Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata ketebalan lembaran *film* yaitu 0,19 mm. Pengerinan pada suhu 50°C menghasilkan *film* yang tipis. Nugroho *et al.* (2013), menyebutkan peningkatan ketebalan terjadi karena perbedaan konsentrasi bahan pembuat *film*. Peningkatan konsentrasi larutan *film* meningkatkan total padatan dan polimer penyusun matriks *film*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai **kekuatan tarik** terbaik pada media EMBA 1% 77 N/m² dan elongasi sebesar 92,65%. Nilai gaya tarik dan **elongasi** yang baik menghasilkan *film* yang tidak mudah putus. Gliserol dapat meningkatkan permeabilitas *film* terhadap uap air karena bersifat hidrofilik. Gliserol berbentuk cair, kental, tidak berbau, transparan, higroskopis, serta dapat larut dalam air dan alkohol. Selain itu, gliserol memiliki molekul kecil sehingga mudah disisipkan di antara rantai polimer (Ganbarzadeh *et al.*, 2007).

Aplikasi Label Pada Produk Daging dan Sayuran.

Pengaplikasian label indikator cerdas diuji menggunakan daging sapi, ikan, bayam, dan tomat. Parameter pengujian meliputi kadar TVBN, TMA, dan TPC. Suhu penyimpanan mempengaruhi kondisi disekitar produk sehingga respirasi juga berlangsung lebih cepat sebaliknya dengan suhu yang rendah jumlah menyebabkan pemecahan polisakarida menjadi molekul sederhana. Kerusakan sayur dan buah diakibatkan *pseudomonas* penyebab penyakit busuk lunak pada sayuran yang mampu menghasilkan enzim yang mampu melunakkan jaringan dan setelah jaringan tersebut lunak baru infeksi dilakukan, sehingga mikroorganisme tidak perlu menginfeksi lewat perlukaan bentuk kerusakan lain yang disebabkan *pseudomonas* bahan jadi lunak, lembek kapang abu-abu dan timbulnya bintik cokelat hitam pada bayam dan tomat.

TABEL 4. HASIL PENGUJIAN TVBN, TMA DAN TPC PADA DAGING SAPI, IKAN, BUAH TOMAT DAN SAYUR BAYAM

Bahan	Suhu Penyimpanan	Warna Label	Waktu (jam)	TVBN (mg N/100 g)	TMA (mg N/100 g)	TPC (koloni/gram)
Daging	Suhu Ruang (28°C)	Merah	0	2,34	3,24	11 x 10 ⁴
		Biru	48	11,55	7,41	186 x 10 ⁴
		Putih	72	34,24	12,15	326 x 10 ⁴
	Suhu Dingin (10°C)	Merah	0	2,34	3,24	11 x 10 ⁴
		Biru	48	8,28	4,73	151 x 10 ⁴
		Putih	96	32,26	10,03	333 x 10 ⁴
Ikan	Suhu Ruang (28°C)	Merah	0	8,86	2,95	11 x 10 ⁴
		Biru	48	23,31	10,62	186 x 10 ⁴
		Putih	72	36,26	13,03	326 x 10 ⁴
	Suhu Dingin (10°C)	Merah	0	8,86	2,95	11 x 10 ⁴
		Biru	48	23,31	10,62	151 x 10 ⁴
		Putih	96	34,97	10,61	333 x 10 ⁴
Sayuran Bayam	Suhu Ruang (28°C)	Merah	0	-	-	7 x 10 ⁴
		Biru	48	-	-	284 x 10 ⁴
		Putih	72	-	-	411 x 10 ⁴
	Suhu Dingin (10°C)	Merah	0	-	-	7 x 10 ⁴
		Biru	48	-	-	106 x 10 ⁴
		Putih	96	-	-	411,x 10 ⁴
Buah Tomat	Suhu Ruang (28°C)	Merah	0	-	-	41 x 10 ⁴
		Biru	48	-	-	294 x 10 ⁴
		Putih	72	-	-	387 x 10 ⁴
	Suhu Dingin (10°C)	Merah	0	-	-	41 x 10 ⁴
		Biru	48	-	-	131 x 10 ⁴
		Putih	96	-	-	277 x 10 ⁴

Sumber : Data Primer yang Diolah, 2018.

Aktivitas mikroorganisme jauh lebih tinggi pada kondisi tersebut, menurut Fitriani dan Yusuf (2015), pertumbuhan mikroorganismen dalam daging, sayuran dan buah meyebabkan substat, seperti karbohidrat gula-gula sederhana dirombak menjadi asam-asam organik, sehingga jumlah asam mengalami peningkatan selama penyimpanan. Menurut Warsiki *et al.*, (2017), EMBA merupakan media selektif yang dapat mendeteksi mikroorganisme dengan perubahan pH, dikarenakan bakteri gram negatif memiliki kemampuan dapat menurunkan pH media. Pewarna eosin menghasilkan warna yang berbeda tergantung dari bakteri yang terdeteksi pada kondisi asam. Selama dalam prose umur simpan selain *E.coli* juga terdeteksi bakteri *pseudomonas* dan *Enterobacter aerogenesa*.

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa label indikator EMBA dan SEB yang dibuat dari media selektif dapat mendeteksi bakteri patogen yang terdapat pada bahan daging, ikan, tomat dan sayuran bayam, yang ditandai oleh adanya perubahan warna dan mikroorganisme yang melekat pada label.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, R. W., & Warsiki, E. (2018, March). The comparison of antimicrobial packaging properties with different applications incorporation method of active material. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 141, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- [2] Dirpan, A. (2018). "INTELPA" INTELLIGENT AND ACTIVE PAPER PACKAGING: INOVASI KEMASAN DENGAN KEMAMPUAN MEMPERTAHANKAN DAN MEMONITOR MUTU DAGING SEGAR.
- [3] Ghanbarzadeh, B., Musavi, M., Oromiehie, A. R., Rezayi, K., Rad, E. R., & Milani, J. (2007). Effect of plasticizing sugars on water vapor permeability, surface energy and microstructure properties of zein films. *LWT-Food Science and Technology*, 40(7), 1191-1197.
- [4] Gigante, G., Tortora, A., Ianiro, G., Ojetti, V., Purchiaroni, F., Campanale, M., ... & Gasbarrini, A. (2011). Role of gut microbiota in food tolerance and allergies. *Digestive Diseases*, 29(6), 540-549.
- [5] Nugroho, A. A., Basito, B., & Anandito, R. B. K. (2013). Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1).
- [6] Fitriani, N., & Yusuf, M. (2015). PENENTUAN HIGH DENSITY LIPOPROTEIN (HDL) PADA BEBERAPA JENIS IKAN. *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 5(1), 34-40.
- [7] Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisis Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1).
- [8] Sudibyo, A., & Hutajulu, T. F. (2013). Potensi Penerapan Polimer Nanokomposit Dalam Kemasan Pangan. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 35(1), 6-19.
- [9] Warsiki, E., Sunarti, T. C., & Martua, R. D. (2009). Pengembangan kemasan antimikrobial (AM) untuk memperpanjang umur simpan produk pangan.
- [10] Warsiki, E., & Utami, A. S. (2013). Color Stability of Beat Dyes Label During Heating. *Proc The 2nd Int on Adaptive and Intelligent Agroind. Bogor*.
- [11] Warsiki, E., Rahayuningsih, M., & Anggarani, R. R. (2017). MEDIA BERINDIKATOR WARNA SEBAGAI PENDETEKSI Salmonella typhimurium. *Journal of Agroindustrial Technology*, 26(3).
- [12] Yusuf, M., Arfini, F., & Attahmid, N. F. U. (2016). FORMULASI BARUASA KAYA GLUKOMANAN BERBASIS UMBI UWI (*DIOSCOREA ALATA L.*). *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 5(2), 97-108.
- [13] Yusuf, M., Indriati, S., & Attahmid, N. F. U. (2018). KARAKTERISASI ANTOSIANIN KUBIS MERAH SEBAGAI INDIKATOR PADA KEMASAN CERDAS. *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 7(1), 46-55.