



TABLET ANTIMIKROBA UNTUK APLIKASI KEMASAN AKTIF

Hurun Iin¹, Sugiarto², Farah Fahma^{2*}

¹Program Studi Pascasarjana Teknik Industri Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

Article history

Diterima:

29 Desember 2020

Diperbaiki:

22 Januari 2021

Disetujui:

25 Juni 2021

Keyword

Antimicrobial Packaging;

Essential Oil;

Carrier Material

ABSTRACT

Antimicrobial active packaging is designed to extend the shelf life of packaged products by adding antimicrobial agents to the packaging system. Trend of green consumerism has led to an increasing demand for the use of natural antimicrobial agents for food packaging applications. The natural antimicrobial agents that are the focus of current research are essential oils, however, the application of essential oils directly to packaging materials can affect mechanical characteristics such as a decrease in the tensile strength of the packaging materials. One of the innovations to solve this weakness is the application of an antimicrobial agent with a carrier material in the form of sachets, pads and tablets. The principle of the antimicrobial active packaging is the adsorption of active compounds on the carrier material and allows the slow release of active antimicrobial compounds in the packaging system. Furthermore, challenges in the food sector related to packaging waste have prompted research on biodegradable materials, such as the use of starch and cellulose as carrier materials. This paper examines the development of antimicrobial packaging with essential oil active agents using several types of carrier materials, how to produce these packages with several types of materials, and the advantages and disadvantages of selecting the materials used.

This is open access article under the CC-BY-SA license

* Penulis korespondensi

Email: farah_fahma@apps.ipb.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v15i4.9311

PENDAHULUAN

Bahan dan produk agroindustri sebagai pemenuhan kebutuhan pangan mudah mengalami kerusakan dan pembusukan. Kerusakan dan pembusukan pada produk pangan dapat menyebabkan kehilangan massa pangan. Kehilangan massa produk pangan (*food losses*) untuk konsumsi mencapai sekitar 1,3 miliar ton per tahun dengan pembusukan sebagai salah satu penyebab utama masalah tersebut. Pembusukan disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme pada produk pangan. Dengan demikian pengendalian pertumbuhan mikroorganisme menjadi faktor penting selama penanganan, pemrosesan, transportasi, dan penyimpanan produk pangan (FAO 2011).

Teknik pengendalian pertumbuhan mikroorganisme konvensional yang telah lama diterapkan adalah pemanasan, namun perlakuan panas dapat menyebabkan perubahan kimia pada pangan. Perubahan yang dapat terjadi diantaranya hidrolisis lemak, denaturasi protein dan degradasi warna (Aadil *et al.* 2018). Selain perlakuan panas, penggunaan aditif alami dan sintesis secara langsung pada produk pangan telah banyak digunakan. Penggunaan aditif secara langsung ke dalam pangan dapat berakibat pada berkurangnya aktivitas zat aktif karena larut dalam matriks pangan atau bereaksi dengan komponen lain seperti protein dan lemak. Untuk mengatasi berbagai kelemahan tersebut beberapa penelitian telah dicoba mengembangkan kemasan aktif antimikroba. Tujuan dari pengembangan kemasan aktif antimikroba selain memperpanjang umur simpan adalah menjaga kualitas dan keamanan pangan (Zanetti *et al.* 2018).

Efektivitas kemasan aktif antimikroba dinilai dari kinerja kemasan tersebut dapat menekan atau menghambat pertumbuhan mikroba. Sifat penghambatan didapat dengan cara menambahkan agen aktif antimikroba ke dalam sistem kemasan. Jenis agen antimikroba yang digunakan akan memiliki efektivitas yang berbeda-beda ditentukan oleh sifat afinitas dari agen antimikroba tersebut. Agen antimikroba berdasarkan sumbernya dapat diklasifikasikan menjadi antimikroba sintesis dan alami. Trend *green consumerism*

menyebabkan banyak dilakukannya penelitian antimikroba alami seperti minyak atsiri. Beberapa minyak atsiri telah menunjukkan sifat antioksidan serta efek antimikroba terhadap beberapa mikroorganisme seperti jamur, ragi, bakteri, dan virus (Anwar 2019, Huang *et al.* 2019, Kapetanakou dan Panagiotis 2016).

Teknik aplikasi minyak atsiri sebagai bahan aktif antimikroba pada kemasan yang telah banyak digunakan yaitu dengan pencampuran langsung ke dalam bahan kemasan, *coating* atau pelapisan bahan kemasan. Namun pencampuran minyak atsiri secara langsung ke dalam kemasan dapat mempengaruhi sifat mekanis seperti penurunan kuat tarik bahan kemasan. Salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi kelemahan tersebut yaitu dengan adsorpsi minyak atsiri dalam *carrier material* (sachet, pad, tablet). Kemasan aktif yang dirancang tanpa kontak langsung dengan produk pangan seperti sachet dan pad juga lebih banyak digunakan dalam pengawetan pangan di tingkat komersial (Ju *et al.* 2019, Otoni *et al.* 2016, Rozenblit *et al.* 2018).

Tulisan terkait konsep kemasan aktif antimikroba secara umum maupun secara khusus seperti pada konsep *edible film* dan *edible coating* serta mikroenkapsulasi telah banyak diulas, namun sangat sedikit yang telah mengulas kemasan aktif antimikroba yang berfokus pada penggunaan *carrier material*. Kemasan aktif antimikroba dalam bentuk *sachet* dan *pad* dengan berbagai agen aktif antimikroba telah diulas pada tulisan Otoni *et al.* (2016). Dalam tulisan ini akan diulas sejauh mana perkembangan penelitian kemasan aktif antimikroba yang dikhususkan pada penggunaan *carrier material* dengan minyak atsiri sebagai agen aktif antimikroba.

SISTEM DAN APLIKASI KEMASAN ANTIMIKROBA

Sistem kemasan antimikroba dapat dibedakan dalam dua jenis sistem kemasan, yang pertama adalah kemasan *food system* dan yang kedua kemasan *headspace food system*. Kemasan *food system* digunakan untuk kemasan yang

kontak langsung dengan produk pangan yang dikemasnya. Pada jenis kemasan ini, bahan aktif antimikroba bermigrasi dari kemasan ke produk melalui difusi dan partisi. Untuk kemasan *headspace food system*, produk pangan dikemas dalam wadah berupa kemasan fleksibel ataupun karton dimana ada rongga antara produk dan kemasannya. Sistem kemasan seperti ini pada umumnya menggunakan bahan antimikroba yang bersifat volatil sehingga dapat bermigrasi ke dalam *headspace* atau rongga udara antara kemasan dan produk (Iriani *et al.* 2013).

Kemasan antimikroba dengan konsep *headspace food system* yang telah banyak dikomersilkan berupa *sachet* dan *pad*, seperti Biomaster®, Aglon®, Irgaguard®, Surfaccine®, IonPure®, Bactiblock®, Biomaster®, Food-touch®, SANICO® dan Wasaouro® (Wyrwa dan Barska, 2017). Selain dalam bentuk *sachet* dan *pad*, kemasan dengan konsep ini juga telah diproduksi dalam bentuk film (Quesada *et al.* 2016) dan tablet (Rozenblit *et al.* 2018).

Sachet

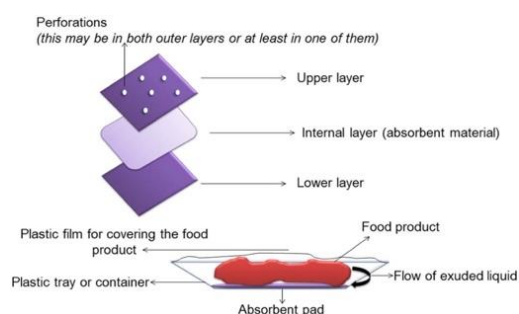
Otoni *et al.* (2016) menyebutkan bahwa produksi sachet antimikroba memiliki dua pendekatan, yaitu sachet yang menghasilkan senyawa antimikroba secara *in situ* kemudian melepaskannya dan sachet yang membawa dan melepaskan antimikroba. Dalam beberapa tahun terakhir produksi sachet yang banyak dikembangkan adalah jenis sachet pembawa agen aktif dari bahan alami, seperti pada penelitian Wieczynska *et al.* (2016) yang telah membuat sachet antimikroba bermaterial selulosa dengan minyak atsiri *eugenol*, *carvacrol* dan *trans-anethole* sebagai agen aktif untuk pengawetan *ready to eat Wild rocket*.

Produksi sachet antimikroba untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan perusak pangan (*B. nivea* dan *Listeria monocytogenes*) juga telah dilakukan pada penelitian Marques *et al.* (2019). Hasil pengujian antimikroba secara *in vitro* menunjukkan bahwa sachet tersebut dapat menghambat pertumbuhan kedua jenis mikroba baik patogen maupun perusak pangan. Sachet antimikroba dengan agen aktif minyak atsiri *eugenol* dan citrus dapat menghambat pertumbuhan *yeast* dan *mold* pada media agar. Selain pada media agar sachet tersebut juga terbukti dapat memperpanjang umur simpan produk roti tanpa mempengaruhi sifat sensoriknya (Ju *et al.* 2020).

Pad

Aplikasi pad banyak digunakan pada bagian bawah nampan atau wadah untuk menyerap cairan yang dikeluarkan dari produk pangan selama periode penyimpanan. Produk pangan yang telah mengaplikasikan sistem pengemasan ini antara lain daging segar, unggas dan buah-buahan. Struktur pad umumnya dibentuk oleh lapisan atas, lapisan bawah dan lapisan menengah (lapisan internal) dari bahan penyerap (Otoni *et al.* 2016). Ilustrasi struktur pad disajikan pada Gambar 1.

Meskipun telah banyak digunakan dalam berbagai produk, efektivitas pad dalam menyerap cairan mungkin dibatasi oleh bobot produk yang dikemas. Sehingga telah banyak penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja pad dalam mengawetkan produk pangan. Agrimonti *et al.* (2019) mengembangkan pad bermaterial selulosa yang ditambahkan minyak atsiri oregano dan *thyme* untuk pengawetan daging cincang. Pad diproduksi dengan menggunakan *Rapid-kothern sheet former* (Tendring Pacific, Cambridge, UK). Selanjutnya dilakukan penambahan agen aktif dengan menyemprotkan emulsi minyak atsiri pada pad menggunakan *Sheen automatic film applicator*. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa pad yang telah diproduksi menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap beberapa jenis bakteri yang terdapat pada daging (*Pseudomonas putida*, *P. fragi*, *P. fluorescens*, *E. faecalis* dan *L. lactis*) dan beberapa mikroba patogen pada produk pangan (*Salmonella enterica*, *C. jejuni* dan *S. aureus*).



Gambar 1. Struktur pad (Otoni *et al.* 2016)

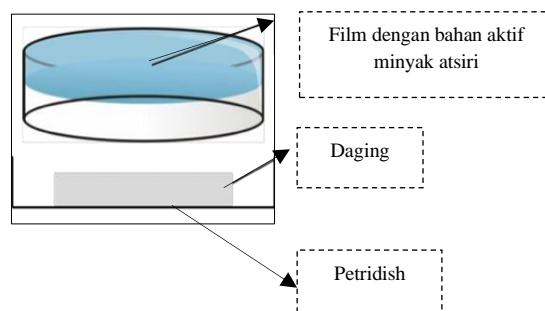
Produksi pad dengan penambahan agen aktif antimikroba juga telah dilakukan pada penelitian Parichanon *et al.* (2019). Produksi pad dilakukan dengan menginkorporasi emulsi minyak atsiri jeruk nipis ke dalam serat sabut kelapa. Emulsi minyak atsiri yang telah terinkorporasi dicampurkan dengan tapioka, gliserol dan aquades kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama 5

menit untuk membentuk pasta. Selanjutnya pad dicetak dengan cara menggulung pasta dan dikeringkan dalam oven 60°C selama 24 jam. Pad yang dibuat dari serat sabut kelapa dengan penambahan minyak jeruk nipis mampu mengurangi pertumbuhan bakteri mesofilik dan psikrofilik pada sayur potong segar.

Edible film

Edible film adalah sediaan berupa lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan. Komponen utama penyusun *edible film* dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Komponen utama tersebut dapat ditambahkan bahan lain untuk mendapatkan karakter film yang diharapkan, juga dapat ditambahkan senyawa aktif untuk memberikan warna, flavor, sifat antioksidan, atau antimikroba. Saat ini, *edible film* telah banyak diproduksi di berbagai industri, seperti industri makanan, industri farmasi, industri kosmetik, dan industri pertanian (Kusmawati & Putri, 2013).

Film antimikroba pada kemasan aktif yang paling banyak diproduksi adalah untuk aplikasi kontak langsung dengan produk. Aplikasi *edible film* tanpa kontak langsung juga telah diteliti oleh Quesda *et al* (2016). Penggunaan *edible film* tanpa kontak langsung dengan produk dapat diilustrasikan pada Gambar 2. Film tanpa kontak langsung diproduksi dengan membuat larutan kitosan, dimana komposisi larutan tersebut terdiri dari: 1% kitosan, 1% asam laktat, 0,1% tween, 0,25% gliserol dan minyak atsiri (*thyme essential oil*). Selanjutnya sebanyak 20 gram larutan tersebut dituangkan ke dalam tutup cawan petri (diameter 90 mm) dan dibiarkan mengering selama 72 jam pada suhu 37°C. *Edible film* berbahan kitosan dengan menggunakan agen aktif minyak atsiri *thyme* dapat menghambat pertumbuhan *yeast* pada produk daging siap makan serta dapat mempertahankan warna pada daging.



Gambar 2. Edible film dengan konsep *head space food system*

Tablet

Aplikasi tablet pada kemasan umumnya digunakan sebagai indikator dalam kemasan cerdas. Aplikasi tablet ini telah diperluas sebagai *carrier material* agen aktif pada kemasan antimikroba oleh Rozenblit *et al* (2018). Tablet diproduksi dengan terlebih dahulu mengadsorpsi minyak atsiri ke dalam *carrier material*. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran dengan bahan pengikat (polivinil pirolidon) serta bahan pelicin (magnesium stearat) menggunakan mortar dan alu. Bahan yang telah tercampur selanjutnya dicetak dengan ukuran diameter 12 mm, tebal 2 mm, dan berat 450 mg. Tablet antimikroba bermaterial mikrokristalin selulosa memiliki kapasitas adsorpsi dan *release* agen aktif (*carvacrol* dan *tea tree oil*) yang baik. Berdasarkan uji zona hambat antimikroba juga telah dibuktikan bahwa tablet dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri (*E. coli*, *P. putida* dan *L. monocytogenes*) serta spesies jamur (*Alternaria alternata* dan *P. commune*). Fleksibilitas, kesederhanaan produksi dan keefektifan tablet yang ditunjukkan dalam penelitian membuatnya sangat menarik sebagai platform baru untuk memperpanjang umur simpan makanan segar.

MINYAK ATSIRI SEBAGAI AGEN AKTIF ANTIMIKROBA

Perkembangan terbaru dalam kemasan pangan memungkinkan penggunaan berbagai senyawa antimikroba dalam bahan kemasan pangan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk yang ditularkan melalui produk pangan (Sung *et al.* 2013). Agen antimikroba berdasarkan sumbernya dapat diklasifikasikan menjadi antimikroba sintetis dan alami. Antimikroba sintetis yang telah

digunakan dalam aplikasi kemasan aktif diantaranya *ethylene diamine tetraacetic acid* (EDTA), paraben dan bahan kimia lainnya. Isu terkait efek negatif penggunaan antimikroba sintetis terhadap keamanan pangan mendorong pengembangan antimikroba alami (Huang *et al.* 2019, Ju *et al.* 2019).

Antimikroba alami yang saat ini digunakan diantaranya: minyak atsiri yang berasal dari tanaman (*Basil, thyme, oregano, cinnamon dan rosemary*), enzim yang diperoleh dari sumber hewani (lisozim, laktoferin), bakteriosin dari sumber mikroba (nisin, natamycin), asam organik dan polimer alami (kitosan). Dari beberapa jenis antimikroba tersebut minyak atsiri banyak menjadi fokus penelitian ilmiah terkait potensinya sebagai bahan antimikroba alami atau agen dekontaminasi karena telah diakui sebagai bahan tambahan pangan yang aman (*Generally recognized as safe / GRAS*) oleh *Food and Drug Administration* (FDA) (Gutierrez *et al.* 2009, Lucera *et al.* 2012). Selain itu minyak atsiri termasuk senyawa bersifat volatil, dimana penggunaan antimikroba volatil atau mudah menguap tidak memerlukan adanya kontak langsung antara makanan dan bahan kemasan. Fase uap minyak atsiri juga telah terbukti memberikan aktivitas antimikroba yang lebih tinggi daripada metode kontak solusi.

Mekanisme kerja minyak atsiri sebagai antimikroba dengan mengganggu stabilitas sistem enzim, bahan genetik bakteri, dan lapisan ganda fosfolipid dari membran sel bakteri (Krogsgård *et al.* 2016). Berbagai jenis minyak atsiri juga telah banyak digunakan sebagai agen antimikroba pada kemasan aktif dengan konsep *headspace food system*. Chang *et al.* (2017) menggunakan minyak atsiri oregano sebagai agen aktif sachet antimikroba untuk mencegah pertumbuhan mikroba *Dickeya chrysanthemi* pada daun selada. Minyak atsiri oregano yang telah *release* melalui sachet dapat menurunkan populasi *D. chrysanthemi* ($3.9 \log \text{cfu}/5 \text{ pcs}$) selama lima hari dengan suhu penyimpanan 20°C. Beberapa penelitian aplikasi minyak atsiri pada kemasan *headspace food system* dirangkum dalam tabel 1.

CARRIER MATERIAL

Cyclodextrin

Siklodekstrin termasuk dari golongan oligosakarida siklik yang terdiri dari subunit

glukopiranososa terikat pada α -(1,4). Pada industri kosmetik, siklodekstrin digunakan untuk meningkatkan stabilitas minyak parfum terhadap oksidasi dan bau. Sedangkan pada industri farmasi, selain mampu meningkatkan kelarutan suatu obat, menurunkan efek toksisitas suatu senyawa, dan sebagai bahan pengomplek obat seperti vitamin A, E dan K agar stabil terhadap oksidasi. Selain itu, produk turunannya mampu bertindak sebagai pembawa dalam teknologi nanopartikel terutama dalam aplikasi penghantaran obat (Wathoni, 2016).

Siklodekstrin telah digunakan sebagai *carrier material* untuk *slow release* minyak atsiri oleh Marques *et al.* (2019). Pada penelitian tersebut dilakukan perbandingan efektifitas metode inklusi minyak atsiri dengan siklodekstrin. Teknik inklusi yang dipilih yaitu dengan *kneading* dan *Spray dring*. IC (*Inclusion complex*) minyak atsiri dan siklodekstrin dibuat pada dua rasio molar (1:1 dan 2:1). Berdasarkan pengujian antimikroba secara *in vitro* IC (*Inclusion complex*) yang dibuat dengan metode *kneading* pada kedua rasio molar menunjukkan aktivitas antimikroba *in vitro* yang lebih baik.

Polylactic acid (PLA)

Wieczyńska dan Cavoski (2018) menggunakan *Polylactic acid* (PLA) sebagai *carrier material* minyak atsiri. Untuk meningkatkan dispersi dan *loading efficiency* minyak atsiri ke dalam PLA, dilakukan proses aktivasi. Proses tersebut dilakukan dengan mencampurkan bahan aktif minyak atsiri dan minyak almond (1:5). Selanjutnya proses pemuatan dilakukan dengan mencampurkan pelet PLA dengan minyak atsiri pada kecepatan rendah 20 rpm selama 5 hari pada suhu ruang. Proses aktivasi dapat memuat 10% bahan aktif dalam 100 gram pelet PLA

Polivinil alkohol (PVA)

Polivinil alkohol (PVA) adalah salah satu polimer yang digunakan sebagai bahan pencampur (*material blending*) untuk meningkatkan sifat termal dan mekanik. PVA telah banyak digunakan pada aplikasi medis, kosmetik dan pertanian karena mudah larut dalam air, memiliki kestabilan mekanik, fleksibel dan tidak beracun (Piluharto *et al.* 2017).

Tabel 1 Aplikasi minyak atsiri pada kemasan *headspace food system*

No	Minyak atsiri	Mikroorganisme target	Sumber
1	<i>Thyme</i>	<i>Yeast</i>	Quesada <i>et al.</i> 2016
2	<i>Oregano</i>	<i>Dickeya chrysanthemi</i>	Chang <i>et al.</i> 2017
3	<i>Eugenol</i> <i>Carvacrol</i> <i>transanethole</i>	<i>Aerobic bacteria, Yeast,</i> <i>Mold</i>	Wieczynska & Cavoski 2018
4	<i>Carvacrol</i> <i>Tea tree</i>	<i>Escherichia coli, Pseudomonas putida,</i> <i>Listeria monocytogenes</i>	Rozenblit <i>et al.</i> 2018
5	<i>Garlic &</i> <i>Basil*</i>	<i>B. cereus, C. perfringens, E. coli, P.</i> <i>fluorescens, L. monocytogenes dan S.</i> <i>aureus</i>	Tropol <i>et al.</i> 2019
6	<i>Basil</i> <i>Pimenta dioica</i>	<i>L. monocytogenes,</i>	Suprani <i>et al.</i> 2019
7	<i>Eugenol &</i> <i>Citral*</i>	<i>Penicillium roqueforti, Aspergillus niger.</i>	Ju <i>et al.</i> 2020

Ket: *Kombinasi penggunaan beberapa jenis minyak atsiri dalam satu carrier material

Chang *et al.* (2017) menggunakan PVA sebagai material enkapsulasi untuk mengontrol pelepasan minyak atsiri oregano. Mikroenkapsulasi dilakukan dengan teknik *spray drying*. Pengujian efisiensi enkapsulasi menunjukkan bahwa efisiensi maksimum (58,32%) didapatkan pada formulasi dengan rasio minyak atsiri oregano/PVA 3/5. Enkapsulasi (29,28%) dengan formulasi minyak atsiri oregano EO / PVA dengan rasio 1/5. Ketika rasio minyak atsiri/ PVA lebih rendah dari 3/5, efisiensi enkapsulasi meningkat secara signifikan dengan jumlah minyak atsiri oregano. Hal tersebut menunjukkan bahwa efisiensi enkapsulasi dipengaruhi oleh penurunan jumlah minyak atsiri. Efisiensi enkapsulasi rendah terkait dengan tingginya jumlah minyak atsiri yang termuat dalam PVA sehingga memperpendek jalur difusi minyak atsiri melalui membran PVA untuk keluar dari mikrokapsul saat proses *spray drying*. Beberapa peneliti lain juga menyimpulkan bahwa peningkatan rasio minyak atsiri/ PVA sangat berpengaruh pada efisiensi enkapsulasi dengan teknik *spray drying*.

Pati

Pati jagung digunakan sebagai *carrier material* minyak atsiri pada penelitian Ju *et al.* (2020). Minyak atsiri dimuat dengan membentuk mikrokapsul dimana pati jagung digunakan sebagai material penyalut. Produksi mikrokapsul

dilakukan dengan menggunakan prinsip difusi dan osmosis minyak atsiri melalui pori pati jagung. Kandungan minyak atsiri dalam mikrokapsul dihitung dengan menggunakan rumus *embedding rate* (%) : (massa pati/starch)/(massa total mikrokapsul×100). Secara umum, semakin tinggi *embedding rate*, semakin tinggi kandungan minyak atsiri atau bahan inti. Namun dalam beberapa kasus apabila *embedding rate* terlalu tinggi dan *release* terlalu cepat, akan mempengaruhi aspek sensori produk.

Selulosa

Rozenblit *et al.* (2018) membandingkan kinerja beberapa jenis carrier material minyak atsiri (pati jagung, pati kentang, microcrystalline cellulose (MCC), hydroxypropyl cellulose (HPC), carboxymethyl cellulose (CMC), carbopol, dan maltodekstrin) dalam mengabsorpsi minyak atsiri carvacrol dan tea tree oil. Berdasarkan kapasitas absorpsi, MCC menunjukkan kemampuan tertinggi untuk menyerap minyak (90% dari beratnya) diikuti oleh CMC, pati kentang, carbopol dan maltodekstrin, yang menyerap sekitar 60 – 70% dari beratnya. Pati jagung menunjukkan daya serap yang rendah, sekitar 35% dari beratnya. MCC, CMC dan pati kentang menyerap jumlah minyak tertinggi, yang

dapat disebabkan oleh struktur poros dari kedua jenis material tersebut.

EFEKTIVITAS KEMASAN ANTIMIKROBA

Release antimikroba

Otoni *et al.* (2016) menyebutkan bahwa efektivitas kemasan antimikroba yang diproduksi dengan konsep *head space food system* sangat ditentukan oleh mekanisme *release* senyawa antimikroba melalui *carrier* materialnya. Proses tersebut bergantung pada karakteristik senyawa aktif yang digunakan. Beberapa faktor yang diperhatikan antara lain: volatilitas dan afinitas senyawa aktif pada bahan pembawa, konsentrasi senyawa aktif, permeabilitas bahan, waktu permeasi, serta volume *headspace* kemasan. Kondisi eksternal seperti Suhu dan RH lingkungan juga mempengaruhi kinetika *release*. Pada suhu 25°C laju *release* *Allyl isothiocyanate* (AITC) terjadi lebih cepat (hampir dua kali lipat) dibandingkan pada 4°C (Seo *et al.* 2012).

Pengaruh suhu dan RH terhadap *release* atau pelepasan minyak atsiri juga telah dibuktikan pada penelitian Chang *et al.* (2017). Minyak atsiri *oregano* terenkapsulasi PVA (*polyvinyl alcohol*) diuji menggunakan GC-FID. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa suhu dan RH berpengaruh terhadap laju pelepasan minyak atsiri. Pada suhu dan RH tinggi akan menyebabkan pelepasan minyak atsiri lebih cepat. Fenomena ini dapat disebabkan oleh adanya peningkatan ketersediaan air di sekitar kapsul. Air berinteraksi dengan gugus polar dinding hidrofilik kapsul PVA yang menyebabkan perpindahan senyawa volatil dari bagian dalam kapsul ke ruang kepala (*headspace*). Hidrasi terjadi pada dinding kapsul PVA, yang diikuti oleh melemahnya interaksi antara dinding dan bahan inti. Sehingga terjadi distorsi struktural kapsul dan pelepasan senyawa volatil ke lingkungan.

Ju *et al.* (2020) melakukan pengujian *release* minyak atsiri eugenol pada ASEO-CM (*antifungal sachets containing essential oil in microcapsules*) menggunakan GC-MS. Hasil penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa laju *release* minyak atsiri meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Laju *release* minyak atsiri dari ASEO-CM pada 25°C relatif lambat jika dibandingkan dengan suhu 35°C dan 45°C. Selain itu mereka menyebutkan bahwa laju *release* minyak

atsiri mengalami penurunan secara bertahap selama periode pengamatan.

Laju *release* senyawa aktif antimikroba diharapkan lebih rendah dan konstan untuk aplikasi kemasan aktif antimikroba dengan konsep *headspace food system*. *Release* atau pelepasan yang rendah dan konstan akan mempertahankan senyawa aktif selama periode waktu penyimpanan produk, sehingga produk memiliki masa simpan yang lebih lama (Seo *et al.* 2012).

Analisis antimikroba

Pengujian efektivitas antimikroba yang banyak dilakukan adalah penentuan konsentrasi hambat minimum (MIC) apabila terjadi kontak langsung antara senyawa antimikroba dengan media inokulasi mikroorganisme target. Namun, analisis antimikroba pada sistem kemasan tanpa kontak langsung bergantung pada fase uap antimikroba (Otoni *et al.* 2016). Sehingga pada beberapa penelitian, pengujian antimikroba dengan konsep ini telah disesuaikan. Pengujian sachet antimikroba secara *in vitro* dan *in vivo* dilakukan dalam penelitian Luca *et al.* (2016). Pengujian secara *in vitro* menggunakan metode difusi cakram dan kemampuan senyawa antimikroba dilakukan dengan menentukan diameter zona hambat. Pengujian antimikroba secara *in vivo* dilakukan dengan penempatan produk dalam wadah kaca steril berukuran 1 L dengan satu sachet antimikroba pada setiap wadah. Wadah tersebut ditutup kedap udara dan disimpan pada 10°C selama 7 hari. Jumlah mikroba ditentukan pada awal dan akhir penyimpanan dengan menghitung log cfu (*colony forming unit*)/gram.

Suprani *et al.* (2019) melakukan pengujian antimikroba pada bakteri *B.nivea* dan *L.monocytogenes*. *B.nivea* dipilih sebagai perwakilan mikroorganisme pembusuk makanan, sedangkan *L. monocytogenes* dipilih karena merupakan salah satu jenis bakteri patogen pada makanan. Pengujian dilakukan secara *in vitro* dengan menginokulasikan bakteri *B.nivea* pada media agar PDA, inokulasi *L.monocytogenes* dilakukan pada media agar *Mueller hinton* dan sachet diletakan pada bagian tengah tutup cawan petri. Cawan petri diinkubasi pada suhu 25°C selama tujuh hari untuk bakteri *B.nivea* sedangkan *L.monocytogenes*, inkubasi dilakukan pada 35°C selama 24 jam. Penghambatan bakteri ditentukan berdasarkan *minimum inhibitory concentration*

(MIC) dan *minimum bactericidal concentration* (MBC).

PENUTUP

Kemasan aktif antimikroba dengan penggunaan senyawa aktif minyak atsiri dapat diproduksi dengan konsep *headspace food system*, dimana tidak terjadi kontak langsung antara minyak atsiri baik dengan makanan maupun bahan pengemas. Konsep tersebut diharapkan dapat mengurangi efek sensori pada produk dan penurunan karakteristik mekanis bahan kemasan. Kemasan dengan konsep ini mensyaratkan terjadinya adsorpsi minyak atsiri ke dalam *carrier material*. Beberapa *carrier material* yang telah digunakan dalam penelitian adalah: siklodekstrin, *Polylactic acid* (PLA), Polivinil alkohol (PVA), pati dan selulosa. Mikrokrystalin selulosa menjadi *carrier material* yang memiliki kapasitas adsorpsi minyak atsiri yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis polimer lainnya. Sachet, pad, film dan tablet merupakan beberapa bentuk aplikasi kemasan antimikroba dengan konsep *headspace food system*. Dari beberapa bentuk tersebut tablet dapat menjadi salah satu pilihan karena memiliki kesederhanaan produksi dibandingkan bentuk yang lain. Selain itu bentuk tablet juga dapat diplikasikan langsung ke dalam kemasan tanpa memerlukan tambahan material lain seperti pada bentuk sachet.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi-Badan Riset dan Inovasi atas support pendanaan sesuai dengan Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Tahun 2021 Nomor: 1/E1/KP.PTNBH/2021 tanggal 8 Maret 2021 (Skema Penelitian Dasar).

DAFTAR PUSTAKA

Aadil, R. M., U. Roobab, A. A. Maan, and G. M. Madni. 2018. Effect Of Heat On Food Properties. *Encyclopedia of Food Chemistry*:70–75.

Agrimonti, C., J. C. White, S. Tonetti, and N. Marmiroli. 2019. Antimicrobial Activity Of Cellulosic Pads Amended With Emulsions Of Essential Oils Of

Oregano , Thyme And Cinnamon Against Microorganisms In Minced Beef Meat. *International Journal of Food Microbiology* 305:108246.

Anwar, R. W., Sugiarto, and E. Warsiki. 2018. The Comparison Of Antimicrobial Packaging Properties With Different Applications Incorporation Method Of Active Material. Pages 0–6 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Chang, Y., I. Choi, A. Reum, and J. Han. 2017. Reduction Of *Dickeya Chrysanthemi* On Fresh-Cut Iceberg Lettuce Using Antimicrobi. *LWT - Food Science and Technology* 82:361–368.

Food and Agriculture Organization. 2011. *Global Food Losses and Food Waste – Extent, Causes and Prevention*. Rome.

Gutierrez, J., and P. Bourke. 2009. Antimicrobial Activity Of Plant Essential Oils Using Food Model Media : Efficacy , Synergistic Potential And Interactions With Food Components. *Food Microbiology* 26:142–150.

Huang, T., Y. Qian, J. Wei, and C. Zhou. 2019. Polymeric Antimicrobial Food Packaging And Its Applications. *Polymers* Volume 11 No 3 March 2019 Pp 1-18

Ju, J., X. Chen, Y. Xie, H. Yu, Y. Guo, and Y. Cheng. 2019. Trends In Food Science & Technology Application Of Essential Oil As A Sustained Release Preparation In Food Packaging. *Trends in Food Science & Technology* 92:22–32.

Iriani, E. S., S. M. Widayanti, Miskiyah, and Juniawati. 2013. Kemasan Aktif Antimikroba Untuk Memperpanjang Umur Simpan Produk Daging. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 9:95–107.

Ju, J., Y. Xie, H. Yu, Y. Guo, Y. Cheng, H. Qian, and W. Yao. 2020. A Novel Method To Prolong Bread Shelf Life: Sachets Containing Essential Oils

- Components. *LWT - Food Science and Technology* 131:109744.
- Kapetanakou, A. E., and P. N. Skandamis. 2016. Applications Of Active Packaging For Increasing Microbial Stability In Foods: Natural Volatile Antimicrobial Compounds. *Current Opinion in Food Science* 12:1–12.
- Krogsgård, C., J. Kjems, T. Mygind, T. Snabe, K. Schwarz, Y. Serfert, and R. Louise. 2016. Microbiology Enhancing The Antibacterial Ef Fi Cacy Of Isoeugenol By Emulsion Encapsulation. *International Journal of Food Microbiology* 229:7–14.
- Kusumawati, D. H., W. Dwi, R. Putri, and P. Korespondensi. 2013. Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film Pati Jagung Yang Diinkorporasi Dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Volume 1 No 1 Oktober 2013: Pp 90–100.
- Luca, A., U. Kidmose, I. Cavoski, and M. Edelenbos. 2016. Postharvest Biology And Technology The Use Of Antimicrobial Sachets In The Packaging Of Organic Wild Rocket: Impact On Microorganisms And Sensory Quality. *Postharvest Biology and Technology* 121:126–134.
- Lucera, A., C. Costa, A. Conte, and M. A. Del Nobile. 2012. Food Applications Of Natural Antimicrobial Compounds. *Frontiers in Microbiology* 3:1–13.
- Otoni, C. G., P. J. P. Espitia, R. J. Avena-Bustillos, and T. H. McHugh. 2016. Trends In Antimicrobial Food Packaging Systems: Emitting Sachets And Absorbent Pads. *Food Research International Journal* Volume 16 February 2016 Pp 60-73
- Parichanon, P., N. Matan, and N. Matan. 2019. Effect Of Coconut Pad With Lime Oil On Vegetables. *Italian Journal of Food Science* 31:134–138.
- Piluharto, B., A. Sjaifullah, I. Rahmawati, and E. Nurharianto. 2017. MEMBRAN BLEND KITOSAN/POLI VINIL ALKOHOL (PVA): PENGARUH KOMPOSISI MATERIAL BLEND, Ph, DAN KONSENTRASI BAHAN PENGIKAT SILANG. *Jurnal Kimia Riset* 2:77–85.
- Quesada, J., E. Sendra, C. Navarro, and E. Sayas-Barbera. 2016. Antimicrobial Active Packaging Including Chitosan Films With Thymus Vulgaris L . Essential Oil For Ready-To-Eat Meat. *Foods* 5:1–13.
- Rozenblit, B., G. Tenenbaum, A. Shagan, E. Corem Salkmon, A. Shabtay-Orbach, and B. Mizrahi. 2018. A New Volatile Antimicrobial Agent-Releasing Patch For Preserving Fresh Foods. *Food Packaging and Shelf Life* 18:184–190
- Seo, H., J. Bang, H. Kim, L. R. Beuchat, S. Yong, and J. Ryu. 2012. International Journal Of Food Microbiology Development Of An Antimicrobial Sachet Containing Encapsulated Allyl Isothiocyanate To Inactivate Escherichia Coli O157 : H7 On Spinach Leaves. *International Journal of Food Microbiology* 159:136–143.
- Sung, S., L. Tin, A. Tan, and M. Vikhraman. 2013. Antimicrobial Agents For Food Packaging Applications. *Trends in Food Science & Technology* 33:110–123.
- Suprani, C., S. Gonçalves, L. Diirr, M. Irene, J. Carlos, C. De Freitas, and D. Fernandes. 2019. β -Cyclodextrin inclusion Complexes With Essential Oils: Obtention , Characterization , Antimicrobial Activity And Potential Application For Food Preservative Sachets. *Food Research International* 119:499–509.
- Torpol, K., S. Sriwattana, J. Sangsuwan, P. Wiriyaacharee, and W. Prinyawiwatkul. 2019. Optimising Chitosan–Pectin Hydrogel Beads Containing Combined Garlic And Holy Basil Essential Oils And Their Application As Antimicrobial Inhibitor. *International*

- Journal of Food Science and Technology* 54:2064–2074.
- Wathoni, N. 2016. Pentingnya Siklodekstrin dalam Industri Makanan, Kosmetik, dan Farmasi. *Majalah Farmasetika* 1:8–9.
- Wieczyńska, J., and I. Cavoski. 2018. Antimicrobial, Antioxidant And Sensory Features Of Eugenol, Carvacrol And Trans-Anethole In Active Packaging For Organic Ready-To-Eat Iceberg Lettuce. *Food Chemistry* 259:251–260.
- Zanetti, M., T. K. Carniel, F. Dalcanton, R. S. dos Anjos, H. Gracher Riella, P. H. H. de Araújo, D. de Oliveira, and M. Antônio Fiori. 2018. Use of encapsulated natural compounds as antimicrobial additives in food packaging: A brief review. *Trends in Food Science & Technology* Volume 81 Issue September 2018 Pp: 51-60