

Kualitas *Barrier* Kemasan Fleksibel Berbasis *Metalized Film* untuk Produk Pangan

Barrier Quality of Flexible Packaging Based on Metalized Film for Food Products

Darti Nurani^{1*}, Indrati Sukmadi², Nahrul Hidayat¹

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia, Jl. Raya Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan, Indonesia, 15320

²Program Studi Informatika, Institut Teknologi Indonesia, Jl. Raya Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan, Indonesia, 15320

Abstrak

Saat ini kemasan fleksibel berbasis metalized film cukup banyak jenisnya di pasaran dan umumnya digunakan oleh industri pangan untuk mengemas produk pangan kering (contoh: wafer, biskuit, sereal kopi bubuk, permen dan lain-lain). Namun, untuk beberapa jenis kemasan fleksibel tersebut masih belum diketahui kualitas perlindungannya terhadap produk, sehingga dikhawatirkan umur simpan produk pangan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh struktur laminat pada kualitas barrier kemasan fleksibel berbasis metalized film. Penelitian ini dibagi dalam dua tahap. Rancangan percobaan pada penelitian tahap pertama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor. Faktor A adalah jenis metalized film yang terdiri atas tiga taraf: a1= VMPET film 12 μm , a2= VMCPP film 25 μm dan a3= VMCPP film 35 μm . Analisis dilakukan terhadap nilai laju permeabilitas uap air, dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Rancangan percobaan pada penelitian tahap kedua adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor. Faktor A adalah jenis kemasan fleksibel berbasis metalized film yang terdiri atas enam taraf: a1 = PET 12 μm /VMPET 12 μm /PE 20 μm /LLDPE 25 μm , a2 = OPP 20 μm /VMPET 12 μm /CPP 35 μm , a3 = PET12 μm /VMCPP 25 μm , a4 = OPP 20 μm /VMCPP 25 μm , a5 = PET 12 μm /VMCPP 35 μm dan a6 = OPP 20 μm /VMCPP 35 μm . Analisis dilakukan terhadap nilai laju permeabilitas uap air, dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Hasil analisis laju permeabilitas uap air diolah menggunakan software Statistical Product and Service Solution (SPSS). Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil bahwa terdapat pengaruh struktur laminat pada kualitas barrier kemasan fleksibel berbasis metalized film. Kemasan fleksibel dengan spesifikasi PET12/VMPET12/PE20/LLDPE25 memiliki nilai laju permeabilitas uap air yang terbaik, yaitu sebesar 0.1430 g/m²/hari.

Kata Kunci : metalized film, kemasan fleksibel berbasis metalized film, permeabilitas uap air

Abstract

Currently flexible metalized film-based packaging is quite a lot of its kind on the market and is generally used by the food industry to pack dry food products (eg wafers, biscuits, ground coffee cereals, candy and others). However, for some types of flexible packaging is still not known the quality of its protection of the product, so it is feared the shelf life of food products are not met with the desired. This study aims to determine the effect of laminate structure on the quality of flexible packaging barrier metalized film based. This research is divided into two stages. The experimental design of the first phase of the study was Completely Randomized Design (RAL), one factor. Factor A is a metalized film type consisting of three stages: a1 = VMPET film 12 μm , a2 = VMCPP film 25 μm and a3 = VMCPP film 35 μm . The analysis was conducted on the rate of water vapor permeability, with 10 repetitions. The experimental design of the second phase of the study was Completely Randomized Design (RAL), one factor. Factor A is a type of flexible packaging based on metalized film consisting of six levels: a1 = PET 12 μm /VMPET 12 μm /PE 20 μm /LLDPE 25 μm , a2 = OPP 20 μm /VMPET 12 μm /CPP 35 μm , a3 = PET12 Mm /VMCPP 25 μm , a4 = OPP 20 μm /VMCPP 25 μm , a5 = PET 12 μm /VMCPP 35 μm and a6 = OPP 20 μm /VMCPP 35 μm . The analysis was carried out on the value of vapor permeability rate, with 10 repetitions. The results of

vapor permeability rate analysis were processed using Statistical Product and Service Solution (SPSS) software. Based on this research, it is found that there is influence of laminate structure on the quality of flexible packaging barrier based on metalized film. Flexible packaging with PET12 / VMPET12 / PE20 / LLDPE25 specifications has the best moisture permeability rate of 0.1430 g / m² / day.

Keyword : metalized film, flexible packaging based metalized film, water vapor permeability

*Penulis Korespondensi. Telp: +62 21 7561092; fax: +62 21 7560542
Alamat E-mail: darti.nurani@iti.ac.id (Darti Nurani)

1. Pendahuluan

Ruang lingkup bidang pengemasan pangan saat ini sudah semakin luas, dari mulai bahan yang sangat bervariasi hingga model atau bentuk dan teknologi pengemasan yang semakin canggih dan menarik. Kemasan fleksibel, semi rigid, dan rigid merupakan contoh dari perkembangan teknologi saat ini yang digunakan dalam mengemas produk pangan. Kemasan fleksibel adalah kemasan dengan material yang tidak kaku, tidak berserat, dengan tebal lebih dari 0,25 mm [1]. Kemasan fleksibel yang digunakan di industri pangan saat ini tidak hanya dikombinasi antara berbagai macam plastik saja, melainkan kombinasi antara berbagai plastik dengan aluminium yang biasa disebut dengan kemasan fleksibel berbasis *metalized film*.

Aplikasi kemasan fleksibel berbasis *metalized film* umumnya digunakan untuk mengemas produk pangan kering, seperti wafer, biskuit, kopi bubuk, sereal, dan permen. Jenis makanan tersebut membutuhkan kualitas *barrier* kemasan yang baik agar terlindungi dari perpindahan uap air. Sehubungan dengan banyaknya jenis kemasan fleksibel berbasis *metalized film* di pasaran saat ini, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kualitas *barrier* kemasan fleksibel berbasis *metalized film*. Namun, untuk beberapa jenis kemasan fleksibel tersebut masih belum diketahui kualitas perlindungannya terhadap produk, sehingga dikhawatirkan umur simpan produk kemasan tidak sesuai dengan yang diinginkan.

Kualitas kemasan sebagai pelindung produk pangan kering dapat diketahui dari permeabilitas uap air melalui pengukuran nilai laju permeabilitas uap air. Permeabilitas uap air yang mengabaikan ketebalan kemasan dikenal sebagai permeasi uap air [2].

Beberapa faktor yang berpengaruh pada permeasi uap air meliputi: luas permukaan kemasan, berat produk terkemas, jenis kemasan, suhu dan kelembaban udara. Penelitian ini akan fokus mempelajari pengaruh faktor jenis kemasan fleksibel berbasis *metalized film* pada kualitas *barrier*nya.

Menurut [3], struktur kemasan laminasi terdiri atas 4 bagian, yaitu:

- a. *Surface layer*, berfungsi sebagai *printability* dan *marketability*; contohnya: *Biaxially Polyethylene terephthalate (BOPET)* film, *Biaxially Oriented Polypropylene (BOPP)* film, *Nylon* film, dan *paper*.
- b. *Bulk layer*, berfungsi sebagai perekat dan melindungi dari keretakan atau celah yang berakibat kepada rusaknya produk; contohnya: *Polyethylene (PE)*, *Polypropylene (PP)*, dan adesif.
- c. *Barrier layer*, berfungsi untuk melindungi produk dari transmisi uap air dan oksigen ke dalam kemasan; contohnya: Aluminium foil, *Vacuum Metalized Polyethylene Terephthalate (VMPET)* film, *Vacuum Metalized Cast Polypropylene (VMCPP)* film, dan *Vacuum Metalized Oriented Polypropylene (VMOPP)*.
- d. *Sealant layer*, berfungsi sebagai *sealing* antar plastik film; contohnya *Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)* film dan *Cast Polypropylene film (CPP)*.

Kualitas kemasan untuk melindungi produk agar sesuai dengan umur simpan yang diinginkan dapat diketahui dengan melakukan pengujian permeabilitas uap air *metalized film*. *Metalized film* yang umum digunakan adalah *VMPET* film 12 μm , *VMCPP* film 25 μm dan *VMCPP* film 35 μm . Penentuan *metalized film* jenis *VMPET* dan *VMCPP* didasarkan pada penggunaannya yang sudah umum untuk mengemas produk kering. Disamping itu, kedua jenis *metalized film* tersebut sudah tersedia di pasaran sehingga mudah didapatkan. Pada pengujian permeabilitas uap air *metalized film* akan dipelajari pula pengaruh ketebalan *metalized film* pada kualitas perlindungannya.

Metalized film yang telah diuji permeabilitas uap airnya, selanjutnya dilaminasikan menggunakan adesif dengan *surface layer* jenis *PET* 12 μm dan *OPP* 20 μm . Selanjutnya setelah *metalized film* dilaminasikan ke *surface layer*, ada laminat berbasis *metalized film* yang harus dilaminasikan kembali dengan *sealant layer* jenis *LLDPE* 25 μm dan *CPP* 35

μm , serta ada juga laminat berbasis *metalized film* yang berfungsi ganda sebagai *barrier layer* dan *sealant layer*.

Berikut enam variasi struktur laminat kemasan fleksibel berbasis *metalized film* yang akan dicoba pada tahap penelitian ini, yaitu: *PET* 12 μm /*VMPET* 12 μm /*PE* 20 μm /*LLDPE* 25 μm , *OPP* 20 μm /*VMPET* 12 μm /*CPP* 35 μm , *PET* 12 μm /*VMCPP* 25 μm , *OPP* 20 μm /*VMCPP* 25 μm , *PET* 12 μm /*VMCPP* 35 μm dan *OPP* 20 μm /*VMCPP* 35 μm . Penentuan variasi struktur laminat kemasan fleksibel berbasis *metalized film* ini didasarkan pada perbedaan proses laminasi kemasan fleksibel, perbedaan jenis resin yang digunakan, perbedaan dari setiap karakter plastik film, dan optimalisasi ketersediaan mesin dipabrik.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kemasan fleksibel berbasis *metalized film* yang memiliki kualitas *barrier* terbaik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh suatu jenis kemasan fleksibel berbasis *metalized* yang memiliki *barrier* yang baik sehingga dapat digunakan sebagai wadah atau kemasan suatu produk yang dapat menjaga umur simpan produk pangan.

2. Metodologi

Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian permeabilitas uap air adalah *grease high vacuum* digunakan sebagai *seal* atau perekat antara sampel uji dengan *cell block*, tissue digunakan untuk membersihkan sisa *grease* yang menempel pada *cell block*, dan sampel uji.

Berikut sampel *metalized film* yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu *VMPET* dengan ketebalan 12 μm , *VMCPP* dengan ketebalan 25 μm , dan *VMCPP* dengan ketebalan 35 μm , sedangkan sampel kemasan fleksibel yang akan digunakan dalam penelitian meliputi : *PET* 12 μm /*VMPET* 12 μm /*PE* 20 μm /*LLDPE* 25 μm , *OPP* 20 μm /*VMPET* 12 μm /*CPP* 35 μm , *PET* 12 μm /*VMCPP* 25 μm , *OPP* 20 μm /*VMCPP* 25 μm , *PET* 12 μm /*VMCPP* 35 μm dan *OPP* 20 μm /*VMCPP* 35 μm .

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Permatran Mocon-W Model 3/33, berfungsi untuk mengukur laju permeabilitas uap air kemasan. Alat ini dilengkapi *thickness gauge* untuk mengukur ketebalan sampel *metalized film* dan sampel kemasan fleksibel berbasis *metalized film*; cetakan (*mall*) khusus digunakan untuk mendapatkan ukuran sampel yang presisi. Peralatan lainnya adalah *cutter* digunakan untuk memotong sampel, lampu sorot digunakan

sebagai alat *pretest* untuk pengecekan kondisi *pinhole* pada kemasan *metalized film* maupun kemasan fleksibel berbasis *metalized film*, dan alat *flow gas* untuk mengatur tekanan aliran pada alat Permatran.

Prosedur Penelitian

Penentuan permeabilitas uap air *metalized film*

Penentuan permeabilitas uap air *metalized film* dilakukan terhadap tiga jenis *metalized film* yaitu *VMPET* film dengan ketebalan 12 μm dan *VMCPP* film dengan ketebalan 25 dan 35 μm . Total sampel keseluruhan pengujian dengan alat Permatran sebanyak 30 sampel *metalized film* yang terdiri dari 3 jenis *metalized film* dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Sampel *metalized film* terdiri atas 10 sampel *VMPET* film 12 μm , 10 sampel *VMCPP* film 25 μm , dan 10 sampel *VMCPP* 35 μm . Pengujian *pinhole* pada sampel *metalized film* dilakukan sebelum pengujian permeabilitas uap air dan pengujian *pinhole* berguna sebagai proses penyeleksian sampel yang akan diuji permeabilitas uap air pada alat Permatran Mocon W/33.

Penentuan permeabilitas uap air kemasan fleksibel berbasis *metalized film*

Penentuan permeabilitas uap air kemasan fleksibel berbasis *metalized film* dilakukan terhadap 6 spesifikasi material (A), yaitu a1 = *PET* 12 μm /*VMPET* 12 μm /*PE* 20 μm /*LLDPE* 25 μm , a2 = *OPP* 20 μm /*VMPET* 12 μm /*CPP* 35 μm , a3 = *PET* 12 μm /*VMCPP* 25 μm , a4 = *OPP* 20 μm /*VMCPP* 25 μm , a5 = *PET* 12 μm /*VMCPP* 35 μm dan a6 = *OPP* 20 μm /*VMCPP* 35 μm . Total sampel keseluruhan pengujian sebanyak 60 sampel kemasan fleksibel yang terdiri dari 6 sampel kemasan fleksibel dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Pengujian *pinhole* pada sampel kemasan fleksibel berbasis *metalized film* dilakukan sebelum pengujian permeabilitas uap air dan pengujian *pinhole* berguna sebagai proses penyeleksian sampel yang akan diuji permeabilitas uap air pada alat Permatran Mocon W/33.

Analisis

Analisis yang dilakukan adalah analisis laju permeabilitas uap air (Permatran W 3/33 Operator's Manual).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian tahap pertama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor. Faktor A adalah jenis *metalized film* yang terdiri atas tiga taraf: a1=

VMPET film 12 μm , a2= VMCPP film 25 μm dan a3= VMCPP film 35 μm . Analisis dilakukan terhadap nilai laju permeabilitas uap air, dengan pengulangan sebanyak 10 kali.

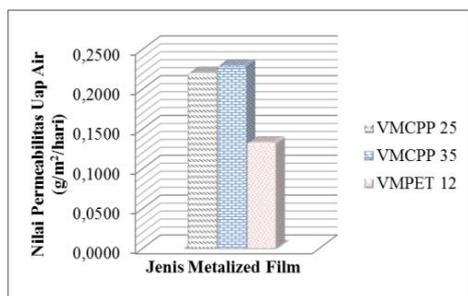
Rancangan percobaan pada penelitian tahap kedua adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor. Faktor A adalah jenis kemasan fleksibel berbasis *metalized film* yang terdiri atas enam taraf: a1 = PET 12 μm /VMPET 12 μm /PE 20 μm /LLDPE 25 μm , a2 = OPP 20 μm /VMPET 12 μm /CPP 35 μm ; a3 = PET 12 μm /VMCPP 25 μm , a4 = OPP 20 μm /VMCPP 25 μm , a5 = PET 12 μm /VMCPP 35 μm dan a6 = OPP 20 μm /VMCPP 35 μm . Analisis dilakukan terhadap nilai laju permeabilitas uap air, dengan pengulangan sebanyak 10 kali.

Hasil analisis laju permeabilitas uap air diolah menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS)*. Pengujian laju permeabilitas uap air terhadap kualitas barrier dapat diketahui perbedaannya dengan melakukan analisis sidik ragam atau *one way ANOVA (Analysis of Variance)*. Metode uji *one way ANOVA*, digunakan sebagai analisis secara kuantitatif terhadap nilai laju permeabilitas uap air pada *metalized film* dan kemasan fleksibel berbasis *metalized film*.

3. Hasil dan Pembahasan

Penentuan Permeabilitas Uap Air *Metalized Film*

Jika dilihat dari rata rata nilai laju permeabilitas uap air yang dihasilkan pada Gambar 1, jenis *metalized VMPET film* 12 μm , memiliki laju permeabilitas uap air sebesar 0.1324g/m²/hari lebih baik dibandingkan VMCPP film 25 μm dan VMCPP film 35 μm . Nilai laju permeabilitas uap air tersebut tidak jauh berbeda, bahkan nilainya lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian [4] dengan jenis *metalized film* dan ketebalan yang sama yaitu sebesar 0.2229g/m²/hari. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat pula bahwa jenis *metalized film* memiliki nilai permeabilitas uap air yang berbeda - beda dan faktor ketebalan tidak menjadi faktor kritis dari kualitas *metalized film*.



Gambar 1. Histogram Nilai Permeabilitas Uap Air *Metalized Film*

Selain itu, jika dibandingkan nilai permeabilitas uap air secara teoritis pada Tabel 5, material VMCPP film 25 μm seharusnya lebih baik dibandingkan dengan VMPET film 12 μm , sehingga terjadi perbedaan antara nilai teoritis dengan nilai aktual permeabilitas uap air. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor, diantaranya jenis resin dan kualitas *metalizing*.

a. Faktor jenis resin film

Plastik CPP film berasal dari resin polipropilena (PP) sedangkan BOPET berasal dari resin Poliester. Secara teoritis plastik CPP film 25 μm memiliki permeabilitas uap air yang lebih baik dibandingkan BOPET film 12 μm . Seperti yang terlihat pada Tabel 1, nilai permeabilitas uap air CPP film 25 μm adalah 12 g/m²/hari dan nilai permeabilitas uap air adalah BOPET film 12 μm adalah 45 g/m²/hari. Semakin rendah nilai permeabilitas uap air maka semakin baik barrier tersebut untuk menghalangi uap air yang keluar masuk melewati plastik film. Namun apabila plastik CPP film memiliki ketebalan yang sama dengan plastik BOPET film, maka nilai permeabilitas uap air yang dihasilkan akan lebih baik plastik BOPET film dibandingkan dengan nilai permeabilitas uap air plastik CPP.

Jenis plastik film yang digunakan pada proses *metalized film* menghasilkan nilai permeabilitas yang berbeda. Hal ini dikarenakan BOPET film memiliki struktur semi kristalin yang dibuat dengan orientasi pada dua arah yang berbeda, yaitu arah *machine direction* dan arah *transverse direction*. BOPET memiliki susunan molekul yang rapat dan teratur, sehingga apabila BOPET film dilakukan proses *metalizing* menjadi VMPET akan menghasilkan film dengan laju permeabilitas uap air yang stabil dan aluminium pada PET film akan menempel lebih sempurna dikarenakan tidak adanya elongasi yang dapat merusak aluminium.

Tabel 1. Nilai Permeabilitas Uap Air Beberapa Jenis Film [5]

Jenis Film	Ketebalan (μm)	Water Vapour Transmission Rate (WVTR)
LDPE	25	18
BOPP	20	7
Cast PP	25	12
VMOPP	20	0.5
BOPET	12	45
Aluminium	7	0
VMPET	12	1.5
VMCPP	25	1

Units: WVTR in g m⁻²/24 h at tropical conditions of 90% RH at 38°C

CPP film adalah polipropilena yang telah melewati proses casting, proses tersebut telah dilakukan proses pelelehan resin PP dengan metode ekstruksi dan perenggangan pada arah *Machine direction*, sehingga menghasilkan material yang memiliki tingkat elongasi atau pegas yang baik [6]. Hal ini dikarenakan orientasi polimer semakin tidak beraturan (*amorf*), sehingga menjadikan struktur polipropilena yang sebelumnya adalah semi kristalin berubah menjadi struktur semi amorf. Struktur semi amorf memiliki susunan yang tidak rapat atau renggang, sehingga apabila CPP film dilakukan proses *metalizing* menjadi VMCPP akan menghasilkan film dengan laju permeabilitas uap air yang tidak stabil dan aluminium tidak menempel dengan baik seperti pada material BOPET film.

b. Faktor kualitas *metalizing*

Kualitas *metalized film* seperti *electrical resistance*, *light transmission*, *pin hole*, dan *optical density* akan berpengaruh terhadap nilai *Water Vapour Transmission Rate (WVTR)* yang dihasilkan dalam proses *metalizing* ke plastik film. *Electrical resistance* adalah suatu proses perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik sehingga ion logam mengendap pada area yang akan dilapisi metal atau aluminium. Jika *electrical resistance* lemah dapat menyebabkan metal atau aluminium yang menempel pada lapisan plastik tidak kuat sehingga metal mudah lepas dari plastik film, hal ini akan berpengaruh terhadap proses laminasi menjadi kemasan fleksibel. Pengaruh tersebut akan membuat metal yang menempel di substrat film berpindah ke substrat film lainnya, sehingga ketika laminasi antar lapisan tidak kuat, laminat mudah terbuka dan akan berdampak pada kemampuan perlindungan kemasan laminasi tersebut terhadap uap air kurang optimal.

Proses pembuatan *metalized* pada plastik film yang kurang sempurna, akan menyebabkan terjadinya *pin hole* pada area *metalized film*. *Pin hole* merupakan lubang yang berukuran mikro. Semakin banyak *pin hole* pada area *metalized film* mengindikasikan aluminium foil atau metal tidak menempel sempurna dengan film, sehingga akan meningkatkan permeabilitas uap air untuk keluar masuk ke plastik. Pengecekan *pin hole* pada *metalized film* diuji di atas lampu dengan kondisi ruangan gelap, setelah itu *pin hole* dapat dilihat ketika cahaya tembus melewati plastik film.

Optical density atau dalam istilahnya disebut *OD* adalah kerapatan aluminium pada plastik material saat proses *metalizing*, semakin tinggi nilai *OD* maka kerapatan dan ketebalan lapisan logam semakin tebal, semakin tinggi nilai

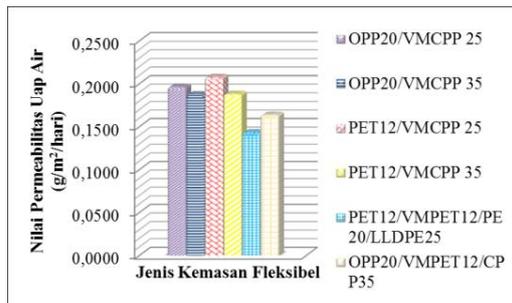
OD maka *metalized film* akan semakin baik dalam menghalangi uap air keluar masuk. Selain itu juga akan mempengaruhi *light transmission*.

Light transmission yang rendah atau kurang baik menyebabkan *metalized film* terlihat transparan jika dilewati cahaya lampu. *Light transmission* yang baik hanya terdapat pada *aluminium foil film*, sedangkan pada *metalized film* belum sebaik *aluminium foil film*. Kondisi tersebut akan menurunkan kualitas *metalized film* dalam hal *barrier*. Keempat faktor tersebut tidak dapat dipisahkan dalam menghasilkan kualitas *metalized film* yang baik untuk *barrier* kemasan.

Light transmission yang rendah atau kurang baik menyebabkan *metalized film* terlihat transparan jika dilewati cahaya lampu. *Light transmission* yang baik hanya terdapat pada *aluminium foil film*, sedangkan pada *metalized film* belum sebaik *aluminium foil film*. Kondisi tersebut akan menurunkan kualitas *metalized film* dalam hal *barrier*. Keempat faktor tersebut tidak dapat dipisahkan dalam menghasilkan kualitas *metalized film* yang baik untuk *barrier* kemasan.

Penentuan Permeabilitas Uap Air Kemasan Fleksibel Berbasis *Metalized Film*

Berdasarkan hasil pengujian laju permeabilitas uap air kemasan fleksibel berbasis *metalized film* (Gambar 2) dan Lampiran 2, nilai yang dihasilkan masih masuk ke dalam standar maksimal *General Packaging Standard (GPS)* di perusahaan makanan, yaitu sebesar pada 0.3 g/m²/hari. Berdasarkan nilai tersebut juga dapat diketahui bahwa jenis kemasan fleksibel berbasis *metalized film* dengan spesifikasi PET12/VMPET12/PE20/LLDPE25 memiliki nilai permeabilitas terendah (0.1430 g/m²/hari), dan tidak berbeda nyata dengan OPP20/VMPET12/OPP35 (0.1634 g/m²/hari). Dari kedua jenis kemasan tersebut kemudian ditentukan yang terbaik berdasarkan pertimbangan harga yang lebih efisien yaitu kemasan fleksibel berbasis *metalized film* dengan spesifikasi OPP20/VMPET12/OPP35. Berdasarkan survey di lapangan, harga kemasan fleksibel terbaik tersebut lebih murah 6 – 9% dari harga kemasan fleksibel dengan spesifikasi PET12/VMPET12/PE20/LLDPE25. Jika dilihat pada Gambar 2, dengan spesifikasi kemasan PET12/VMCPP25, PET12/VMCPP35, OPP20/VMCPP25, dan OPP20/VMCPP35 faktor ketebalan tidak signifikan pengaruhnya. Permeabilitas uap air menunjukkan uap air sederhana yang mengabaikan ketebalan kemasan [7]. Permeabilitas uap air yang tepat sebagai pelindung terhadap transfer massa (uap air) adalah yang sering digunakan pada kemasan laminasi dengan mengabaikan faktor ketebalan kemasan. Masing-masing kemasan fleksibel mempunyai tingkatan permeabilitas berbeda dan besarnya kemungkinan dapat dipengaruhi oleh perbedaan proses laminasi dan struktur laminat kemasan fleksibel berbasis *metalized film* berbeda.



Gambar 2. Histogram Nilai Permeabilitas Uap Air Kemasan Fleksibel Berbasis *Metalized Film*

a. Faktor proses laminasi

Proses laminasi kemasan fleksibel berbasis *metalized film* di *converter* pada umumnya dibagi ke dalam beberapa proses, seperti laminasi menggunakan adesif (*dry lamination/wet lamination*), dan laminasi dengan plastik (*extrusion lamination*). Tujuan laminasi dalam proses membentuk laminat adalah untuk mengkombinasikan sifat-sifat terbaik dari seluruh material film menjadi satu struktur kemasan.

Pada penelitian ini proses yang digunakan dalam proses laminasi kemasan fleksibel dibagi menjadi 3, yaitu *dry lamination-extrusion lamination (combination lamination)*, *double dry lamination*, dan *dry lamination*. Proses *dry lamination-extrusion lamination* adalah proses laminasi dengan mengkombinasikan proses adesif dengan ekstrusi pada proses pembuatan kemasan fleksibel berbasis *metalized film*. Contoh jenis kemasan fleksibel berbasis *metalized film* yang menggunakan proses tersebut adalah kemasan dengan spesifikasi *PET12 / VMPET12 /PE20 / LLDPE25*. Proses laminasi menggunakan adesif terdapat pada lapisan antara *PET film* 12 μm dengan *VMPET film* 12 μm yang memiliki ketebalan 1-2 μm . Sedangkan proses dengan ekstrusi terdapat pada lapisan antara *VMPET film* 12 μm dengan *LLDPE film* 25 μm . *Polyethylen film (PE)* 20 μm adalah lapisan ekstrusi yang dihasilkan. *PE film* 20 μm sebagai *bulk layer* yang berguna merekatkan kedua lapisan atau substrat tersebut.

Proses *double dry lamination* adalah proses laminasi dengan menggunakan adesif pada dua lapisan yang berbeda dan pada sisi yang berbeda pada proses pembuatan kemasan fleksibel berbasis *metalized film*. Contoh jenis kemasan fleksibel yang menggunakan proses tersebut adalah kemasan dengan spesifikasi *OPP20/VMPET12/CP35*. Proses laminasi menggunakan adesif yang pertama terdapat pada lapisan antara *OPP film* 20 μm dengan *VMPET*

film 12 μm . Sedangkan, proses laminasi dengan adesif kedua terdapat pada lapisan antara *VMPET film* 12 μm dengan *CPP film* 35 μm . Adesif sebagai *bulk layer* yang berguna merekatkan kedua lapisan atau substrat tersebut.

Proses *dry lamination* adalah proses laminasi dengan menggunakan adesif pada lapisan yang berbeda saat proses pembuatan kemasan fleksibel berbasis *metalized film*. Contoh jenis kemasan fleksibel yang menggunakan proses tersebut adalah kemasan dengan spesifikasi *OPP20/VMCPP35*, *OPP20/VMCPP25*, *PET12/VMCPP25*, dan *PET12/VMCPP35*. Proses laminasi menggunakan adesif terdapat pada lapisan antara *OPP film* atau *PET film* dengan *VMCPP film*. Adesif sebagai *bulk layer* yang berguna merekatkan kedua lapisan atau substrat tersebut.

Penggunaan *bulk layer* dengan karakter adesif yang *hard* akan membuat korosif pada metal aluminium ataupun *metalized*, sehingga akan berdampak kepada kualitas *barrier* selama penyimpan dalam waktu yang lama. Sedangkan, penggunaan *bulk layer* pada proses *extrusion lamination* dengan ketebalan *PE film* 15 – 20 μm dapat membantu menjaga lapisan *barrier* suatu kemasan, karena dengan penambahan ketebalan dengan plastik PE akan menjaga *metalized film* dari kerusakan atau *cracking*, sehingga proses *extrusion lamination* dapat lebih baik dalam menjaga *barrier* dibandingkan menggunakan proses *dry lamination*.

b. Faktor struktur laminat kemasan fleksibel berbasis *metalized film*

Kemasan multilayer (plastik laminasi) terdiri dari lapisan - lapisan plastik film yang memiliki karakteristik yang berbeda - beda setiap lapisannya, ada yang berfungsi sebagai *surface layer*, *bulk layer*, *barrier layer*, *sealing layer*, dan ada juga yang memiliki fungsi ganda. Plastik film yang memiliki fungsi ganda adalah *VMCPP film* yang dapat berfungsi sebagai *barrier layer* dan *sealing layer*.

Plastik *BOPET film* merupakan *surface layer* yang digunakan sebagai lapisan cetak, *BOPET film* cukup transparan dan mengkilap memiliki *performance machine* (mekanis) yang baik dalam hal *speed*, stabilitas pada temperatur tinggi, stabilitas cetakan (gambar) baik, mudah untuk proses metalisasi, dan memiliki permeabilitas uap air yang rendah. Plastik *BOPP film* digunakan sebagai *surface layer* untuk proses cetak namun tak sebaik plastik *BOPET film*, *BOPP film* sangat transparan memiliki ketahanan temperatur tidak sebaik plastik *BOPET*, sehingga jika tidak dikontrol akan berdampak plastik *BOPP film* 20 μm *melting*, sifat mekanik yang cukup baik saat berjalan dalam kecepatan tinggi, dan memiliki nilai permeabilitas yang cukup rendah.

Plastik *VMPET film* merupakan *barrier layer* yang digunakan sebagai penahan yang baik dalam permeabilitas gas *Oxygen Transmission Rate (O2TR)*, namun tidak sebaik menahan uap air (*WVTR*). Plastik *VMCPP film* merupakan *barrier layer* yang digunakan sebagai penahan yang baik dalam permeabilitas uap air (*WVTR*), namun tidak sebaik menahan gas (*O2TR*).

Plastik *CPP film* dan Plastik *VMCPP film* berasal dari resin yang sejenis, yaitu Polipropilena. *CPP* dan *VMCPP film* berfungsi sebagai *sealing layer* yang baik, namun tidak lebih baik dari *LLDPE film*. Transparansi baik, tahan goresan, permeabilitas uap air cukup rendah, tahan panas, gas *barrier* kurang baik. *LLDPE film* mempunyai karakter *sealing integrity* yang sangat baik, transparansi kurang baik, kestabilan terhadap temperatur, permeabilitas uap air dan permeabilitas gas cukup rendah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil bahwa terdapat pengaruh struktur laminat pada kualitas *barrier* kemasan fleksibel berbasis *metalized film*. Kemasan fleksibel dengan spesifikasi *OPP20/VMPET12/ CPP35* memiliki nilai laju permeabilitas uap air yang terbaik dibandingkan dengan kemasan fleksibel lainnya, sehingga dapat digunakan sebagai wadah atau kemasan suatu produk pangan kering yang dapat melindungi produk dari kerusakan oleh perpindahan uap air dari luar kemasan selama penyimpanan. Nilai laju permeabilitas uap air kemasan fleksibel berbasis *metalized film* tersebut sebesar 0.1634 g/m²/hari, dan masih memenuhi *General Packaging Standard (GPS)*, yaitu maksimum sebesar 0.3 g/m²/hari.

Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan berbagai jenis *barrier film* dan kemasan fleksibel berbasis *metalized film* dengan metode ASTM F 1249 tentang “*Standard Test Method for Water Vapor Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting*”. Hal tersebut bertujuan untuk memberikan referensi lebih banyak kepada user tentang kombinasi yang sesuai antara *barrier film* dengan kemasan fleksibel berbasis *metalized film* untuk menjaga umur simpan produk pangan.

Lampiran 1

Uji *Duncan* Pengaruh Jenis *Metalized Film* pada rata-rata Nilai Permeabilitas Uap Air

Jenis <i>Metalized Film</i>	N	Subset untuk alfa 0.05	
		1	2
VMPET12	10	0.1324 ^b	
VMCPP 25	10	0.2198 ^a	
VMCPP35	10	0.2288 ^a	
	Sig	1.000	0.7300

^aangka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Lampiran 2

Hasil Uji *Duncan* Pengaruh Jenis Kemasan Fleksibel Berbasis *Metalized Film* pada Rata-rata Nilai Permeabilitas Uap Air

Jenis Kemasan Fleksibel Berbasis <i>Metalized Film</i>	N	Subset untuk alfa 0.05		
		1	2	3
PET12/VMPET12/PE20/LLDPE25	10	0.1430 ^c		
OPP20/VMPET12/ CPP35	10	0.1634 ^c	0.1634 ^b	
OPP20/VMCPP 35	10	0.1872 ^b		0.1872 ^a
PET12/VMCPP 35	10	0.1878 ^b		0.1878 ^a
OPP20/VMCPP 25	10	0.1962 ^b		0.1962 ^a
PET12/VMCPP 25	10	0.2075 ^a		
	Sig	0.279	0.116	0.332

^aangka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Daftar Pustaka

- [1] Fellows, P.J. *Food Processing Technology Principles and Practice*. 3rd ed. USA: CRC-Press, Woodhead Publishing Ltd. 2009.
- [2] Labuza, T.P. *Shelf life Dating of Foods*. Food Nutrition Press Inc. Westport: 1982.
- [3] Ebnasajjad, E. *Plastics Film in Food Packaging*. Elsevier Inc. Chadds Ford PA. 2013.
- [4] Dutta, A. and G. Duta. Comparing Optimum Barrier Variables of Aluminium and MPET Foil Based Laminates for Coffee Packaging. *Journal of Applied Packaging Research*. 8 (3): 52–60. 2016.
- [5] *Food Review Indonesia*. Kategori Snack Food dalam Kemasan. Gramedia Printing. Jakarta. 2012.
- [6] Gocek, I. and S. Adanur. Effect of Processing Parameters on Polypropylene Film Properties. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*. 2 (5): 3056 – 3060. 2012.
- [7] M. Krochta, E. Baldwin, and M. Nisperos-Carriedo. *Edible Coating and Films to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company. Lancaster. 1994.