

---

---

# PENDUGAAN UMUR SIMPAN CANGKANG KAPSUL RUMPUT LAUT

## *Estimating Shelf Life Time Seaweed Shell*

Maya Soraya, Taufik Hidayat\*

Pusat Teknologi Agroindustri – Badan Riset Inovasi Nasional  
Gedung Laptiba 614 Puspiptek Serpong, Banten  
Email: besthd22@gmail.com

Diterima: 1 Juli 2020 Direvisi: 23 April 2021, Disetujui: 30 November 2021

### Abstrak

Kapsul rumput laut terdiri dari bahan karagenan yang memengaruhi dalam umur simpan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pendugaan umur simpan kapsul rumput laut. Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menentukan titik kritis air dengan metode kurva isotermis *Labuzza*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapsul rumput laut memiliki kandungan air kritis sebesar 14,18%, air kesetimbangan pada 0,1496%. Model terpilih dari hasil *Mean Relative Deviance* (MRD) yaitu model *Chen Clayton* dengan nilai MRD yaitu 0,07. Hasil dugaan umur simpan kapsul rumput laut menunjukkan bahwa kapsul rumput laut lebih tahan lama jika dikemas dengan plastic HDPE yaitu selama 3,15 tahun pada RH 70.

**Kata kunci:** cangkang kapsul, halal, Isotermis, kadaluarsa, karagenan

### Abstract

*Seaweed capsules consist of carrageenan which affect the shelf life. This study aims to determine the estimated shelf life of grass capsules. Estimation of shelf life is done by determining the critical point moisture by the Isothermis Curve Labuzza method. The results showed that the grass capsule had a critical water content of 14.18%, equilibrium water at 0.1496%. The model chosen from the Mean Relative Deviance (MRD) result is Chen Clayton's model with an MRD value of 0.07. The results of the estimated shelf life of seaweed indicate that seaweed capsules are more durable if packed with HDPE plastic that is for 3.15 years on RH 70.*

**Keywords:** *capsul shell, carrageenan, expired, halal, isothermic*

## 1. PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan komoditas ekonomis penting di Indonesia. Banyak penelitian terkait mengenai rumput laut dan turunannya terutama untuk industri farmasi dan kosmetik di antaranya yaitu Pembuatan krim kosmetik dan stabilitasnya (Dolorosa et al. 2019; Nurjanah et al 2019; Hidayat et al. 2018; Nurjanah et al; 2017; Dolorosa et al; 2017), Aspek komponen bioaktif pembuatan krim dengan kombinasi rumput laut merah dan coklat (Maharani et al. 2017; Luthfiyana et al. 2016; dan Nurjanah et al. 2016). Komponen penting yang juga harus diperhatikan untuk pengembangan skala industri yaitu umur simpan. Pendugaan umur simpan kapsul rumput laut dilakukan dengan Metode *Labuzza* melalui pendekatan model kadar air kritis. Umur simpan adalah selang waktu yang menunjukkan antara saat produksi hingga saat akhir dari produk masih dapat dipasarkan dengan mutu prima yang terjamin (Arpah 2007).

Umur simpan dapat diperkirakan dengan dua cara penyimpanan, yaitu *Accelerated Shelf*

*Life Testing* (ASLT) atau *Accelerated Storage Studies* (ASS) dan *Extended Storage Studies* (ESS) atau yang lebih dikenal dengan konvensional. Kedua cara penyimpanan tersebut sangat berbeda, terutama dalam waktu pelaksanaannya. Perbedaan ini cukup signifikan karena pendugaan umur simpan secara konvensional membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pelaksanaannya dibandingkan pendugaan umur simpan secara akselerasi.

Herawati (2008) menyatakan bahwa salah satu kendala yang sering dihadapi industri pangan dalam penentuan masa kadaluarsa produk adalah waktu. Hal ini menjadi acuan dalam pemilihan cara penyimpanan yang efisien sehingga dapat diprediksi umur simpan secara akurat, yaitu secara akselerasi, salah satunya adalah pendekatan model kadar air kritis yang dapat digunakan pada produk kering.

Arpah (2007) menyatakan bahwa pendekatan model kadar air kritis umumnya cocok digunakan untuk menentukan umur simpan produk-produk kering dengan perubahan

kadar air menjadi kriteria kadaluarsa. Salah satu produk yang bisa diuji dengan pendekatan titik kritis air adalah kapsul rumput laut.

Kapsul rumput laut pada umumnya menggunakan karagenan sebagai bahan baku. Karagenan merupakan turunan rumput laut yang digunakan pada pembuatan kapsul. Produk kapsul wajib diuji masa kadaluarsanya agar industri kapsul dapat menyimpan dan memprediksi kapsul masih layak dikonsumsi oleh masyarakat.

Variabel yang harus ditentukan dalam menduga umur simpan kapsul antara lain adalah kadar air awal, kadar air kritis, kadar air kesetimbangan, penentuan kurva sorpsi isoterms, penentuan model persamaan sorpsi isoterms, penentuan kemiringan (b) kurva sorpsi isoterms, serta penentuan variabel pendukung umur simpan lainnya yaitu permeabilitas kemasan, bobot padatan perkemasan, luas permukaan kemasan, dan tekanan uap murni pada ruang penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pendugaan umur simpan produk sediaan kapsul rumput laut dengan metode *Labuzza* melalui pendekatan model kadar air kritis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a) Karagenan

Karagenan merupakan hidrokoloid hasil ekstraksi yang banyak diperoleh dari rumput laut. Selain karagenan, ekstraksi rumput laut juga menghasilkan agar, fulselaran, dan alginat (Nurjanah et al, 2016). Karagenan adalah polisakarida yang diekstrak dari beberapa anggota *Rhodophyceae* (rumput laut merah) seperti *Chondrus*, *Euchema*, *Gigartina*, *Gloiopeltis*, dan *Iridea* (Belitz dan Grosch, 1999). Sama halnya dengan karagenan, agar dan fulselaran juga dihasilkan dari ekstrak rumput laut merah (*Rhodopyceae*) sedangkan alginat merupakan hasil ekstraksi rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) (Luthfiyana et al. 2016). *Euchema cottonii* dan *E. spinosum* merupakan jenis *Rhodophyceae* yang banyak ditemui di perairan Indonesia sedangkan *Gigartina* banyak ditemui di daerah selatan Eropa (Maharani et al. 2017). *E. cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*) merupakan jenis rumput laut penghasil kappa karagenan, *E. spinosum* merupakan penghasil iota karagenan, dan *Gigartina* merupakan penghasil lambda karagenan (Nurjanah et al. 2016).

### b) Kapsul

Kapsul merupakan bahan yang sangat penting dalam pengemasan sediaan obat (Sahillah et al. 2012). Cangkang kapsul komersial umumnya terbuat dari bahan gelatin yang berasal dari babi atau sapi, sumber gelatin tersebut menjadi masalah untuk kalangan tertentu terkait kehalalannya. Alternatif sumber gelatin dapat diperoleh dari ikan dan unggas, akan tetapi volume gelatin yang dihasilkan relatif kecil sehingga diperlukan alternatif pengganti gelatin dari bahan non hewani seperti polisakarida (Suryani et al. 2009, Fonkwe et al. 2003, Depkes RI 1995). Polisakarida yaitu pati, karagenan, alginat, pektin dan gum arab dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuat cangkang kapsul pengganti gelatin.

### c) Pendugaan umur simpan

*The Institute of Food Technologist* pada tahun 2000 mendefinisikan umur simpan produk pangan sebagai selang waktu antara saat produksi hingga saat konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan pada sifat-sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi. *National Food Processor Association* pada tahun 1988 mendefinisikan umur simpan sebagai berikut: suatu produk dianggap berada pada kisaran umur simpannya bilamana kualitas produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi isi kemasan (Arpah 2007)

Menurut Syarief et al. (1989), faktor-faktor yang memengaruhi umur simpan makanan yang dikemas adalah sebagai berikut : 1) Keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisme berlangsungnya perubahan, misalnya kepekaan terhadap air dan oksigen, dan kemungkinan terjadinya perubahan kimia internal dan fisik. 2) Ukuran kemasan dalam hubungannya dengan volume. 3) Kondisi atmosfer (terutama suhu dan kelembaban) dimana kemasan dapat bertahan selama transit dan sebelum digunakan. 4) Ketahanan keseluruhan dari kemasan terhadap keluar masuknya air, gas dan bau, termasuk perekatan, penutupan, dan bagian-bagian yang terlipat

Penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS). ESS atau yang biasa disebut metode konvensional adalah penentuan tanggal kadaluarsa dengan jalan

menyimpan suatu produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai tingkat mutu kadaluarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan analisis parameter yang relatif banyak. Metode ASS menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu yang relatif singkat, namun tetap memiliki keakuratan dan akurasi yang tinggi. Metode akselerasi pada dasarnya adalah metode kinetik yang disesuaikan untuk produk-produk pangan tertentu. Model-model yang diterapkan pada penelitian akselerasi menggunakan dua cara pendekatan (Rahayu dan Arpah 2005) yaitu : 1) Pendekatan kadar air kritis dengan bantuan teori difusi, suatu cara pendekatan yang diterapkan untuk produk kering menggunakan kadar air atau aktivitas air sebagai kriteria kadaluarsa. 2) Pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan Arrhenius, yaitu suatu cara pendekatan yang menggunakan teori kinetika yang pada umumnya mempunyai ordo reaksi nol atau satu untuk produk pangan. Konsumen harus memperoleh informasi tentang umur simpan dari produk yang dikonsumsi. Informasi tersebut dapat berupa tanggal pada saat produk **diproduksi (pack date), tanggal pada saat produk** diletakkan di *display date*, tanggal terakhir yang dianjurkan untuk konsumen membeli produk tersebut, sehingga masih mempunyai jangka waktu untuk mengonsumsinya tanpa produk tersebut mulai mengalami kerusakan (*pull date sell by date*), waktu maksimum dimana produk masih memiliki kualitas tinggi (*best if used by date*), atau tanggal pada saat produk sudah tidak dapat diterima lagi oleh konsumen (*use by date* atau *expired date*) (Labuza 1982). Regulasi pencantuman waktu kadaluarsa di Indonesia tercantum dalam Surat Keputusan Dirjen POM No. 02240/B/SK/VII/91, tanggal 2 Juli 1991. Peraturan yang lebih luas mulai dilakukan dengan berlakunya UU Nomor 7 tahun 1996 tentang pangan khususnya pasal 21(e) tentang pangan tercemar. Pelabelan waktu kadaluarsa pangan diatur dalam PP Nomor 69 Tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan. Di dalam pasal 27 disebutkan: (1) tanggal, bulan dan tahun kadaluarsa wajib dicantumkan secara jelas pada label; (2) pencantuman tanggal, bulan dan tahun kadaluarsa dilakukan setelah pencantuman tulisan “baik digunakan sebelum” sesuai dengan jenis dan daya tahan pangan yang bersangkutan; (3) dalam hal produk pangan yang kadaluarsanya lebih dari 3 bulan, diperbolehkan hanya untuk mencantumkan bulan

dan tahun kadaluarsanya. Beberapa asumsi dasar yang sering digunakan dalam perhitungan masa simpan produk adalah sebagai berikut (Ghanasekharan dan John 1993): 1) Mekanisme kerusakan yang terjadi sangat tergantung pada faktor lingkungan (tekanan parsial oksigen, kelembaban relatif dan suhu) dan faktor komposisi (pH, konsentrasi, aktivitas air dan sebagainya). 2) Laju penurunan mutu dapat ditentukan dengan menghubungkan beberapa hasil penilaian organoleptik dan toksikologi. 3) Kemasan diasumsikan bebas dari kebocoran sehingga karakteristik penyerapan hanya tergantung pada bahan kemasan.

### 3. METODE

#### a. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu garam-garam Pro Analisis NaOH, LiCl, MgCl<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaCl, KCl. Sediaan kapsul rumput laut produksi PT X dengan ukuran 00. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan analisis, moisture analyzer, oven memmert, aw meter, dan desikator.

#### b. Prosedur Penelitian

##### Kadar Air Kritis

Pengukuran kadar air kritis RH 75% pada produk kapsul dilakukan ketika uji organoleptik penerimaan panelis terhadap kenampakan produk telah mencapai rata-rata 2 (kerusakan bahan pangan). Skor penilaian berkisar 1-5 dengan aspek penilaian adalah kerapuhan kapsul. Panelis yang digunakan adalah panelis semi terlatih sebanyak 30 orang.

##### Kadar Air Kesetimbangan

Penentuan kadar air kesetimbangan diawali dengan melarutkan garam tertentu hingga jenuh atau tidak larut kembali. Garam yang digunakan antara lain NaOH, LiCl, MgCl<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaCl, KCl. Sebanyak 100 mL larutan garam jenuh dimasukkan kedalam desikator yang dimodifikasi untuk mengatur RH ruangan (desikator modifikasi).

Sekitar 2-5 g sampel kapsul diletakkan pada cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Cawan berisi sampel tersebut diletakkan di dalam desikator yang telah berisi larutan garam jenuh. Desikator kemudian disimpan pada suhu ruang (30 ± 1°C) dan sampel ditimbang secara periodik tiap 24 jam hingga mencapai bobot yang konstan yang

berarti kadar air kesetimbangan telah tercapai (Arpah 2007).

Setiap hari diuji bobot sampel hingga bobot sampel mencapai kesetimbangan (selisih <0,02). Setelah mencapai kesetimbangan, kemudian dilakukan pengujian kadar air dan aktivitas air ( $a_w$ ).

### Penentuan Kurva Isoterm Sorpsi Dan Model Isoterm Sorpsi

Agar kelembaban relatif yang dihasilkan tetap dan tidak mengganggu proses sorpsi maka *humidic chambers* (desikator) ditutup dan dibiarkan selama 24 jam pada kondisi suhu 30°C. Diambil masing-masing 5 gram produk *Kapsul*. Sampel diletakkan dalam desikator yang berisi larutan garam jenuh. Sampel ditimbang bobotnya secara periodik (tiap 24 jam) sampai diperoleh bobot yang konstan, berarti kadar air kesetimbangan telah tercapai.

Penentuan kurva sorpsi isothermis dibuat dengan cara memplotkan nilai kadar air kesetimbangan hasil percobaan dengan nilai kelembaban relatif (RH) atau aktivitas air ( $a_w$ ).

Penentuan model persamaan sorpsi isothermis dilakukan untuk memperoleh kemulusan kurva yang terbaik. Persamaan yang dipilih adalah persamaan yang dapat diaplikasikan pada bahan pangan dengan kisaran RH 0-95% sehingga dapat mewakili ketiga daerah pada kurva sorpsi isothermis. Model persamaan yang digunakan pada penelitian ini ada 5, yaitu model Hasley, Henderson, Caurie, Oswin, dan Chen Clayton.

Model-model persamaan sorpsi isothermis yang digunakan merupakan persamaan yang diubah ke dalam bentuk persamaan linier, sehingga nilai-nilai konstanta yang ada dalam persamaan juga dapat ditentukan dengan metode kuadrat terkecil. Model persamaan Hasley, Henderson, Caurie, Oswin dan Chen Clayton sebagai berikut :

$$\text{Hasley : } a_w = \exp [-P1/(Me)P2]$$

$$\text{Henderson : } 1-a_w = \exp (-KMen)$$

$$\text{Caurie : } \ln Me = \ln P1-P2*a_w$$

$$\text{Oswin : } Me = P1[a_w/(1- a_w)] P2$$

$$\text{Chen Clayton : } a_w = \exp [-P1/\exp(P2*Me)]$$

Keterangan:

Me = kadar air kesetimbangan ;  $a_w$  = aktivitas air ;

K dan n = konstanta ; P1 dan P2 = konstanta

Jika nilai MRD <5 maka model sorpsi isothermis tersebut dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya atau sangat tepat. Jika 5<MRD<10 maka model tersebut agak tepat menggambarkan keadaan sebenarnya dan jika MRD>10 maka model tersebut tidak tepat menggambarkan kondisi sebenarnya

### Penentuan Model Sorpsi Isothermis

Kadar air kesetimbangan (*Moisture Equilibrium*, Me) dengan nilai  $a_w$ , dimasukkan dalam model persamaan sorpsi isothermis *Chen Clayton, Henderson, Hasley, Caurie, dan Oswin*.

$$MRD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A-B}{A} \right|$$

dimana :

A = Kadar air Percobaan

B = Kadar air hasil perhitungan

n = Jumlah data

### Perhitungan Umur Simpan (Metode Pendekatan Kurva Sorpsi Isothermis, Labuza, 1982)

Semua parameter yang diukur dan ditetapkan pada tahap sebelumnya, antara lain:  $M_i$ ,  $M_c$ ,  $M_e$ ,  $k/x$ ,  $P_o$ ,  $b$ ,  $A$  dan  $W_s$  diintegrasikan ke dalam persamaan Labuza di bawah ini

$$\theta = \frac{\ln \left( \frac{M_e - M_i}{M_e - M_c} \right)}{\frac{k}{x} \left( \frac{A}{W_s} \right) \frac{P_o}{b}}$$

dimana;

$M_i$  = Kadar air awal produk (%)

$b$  = Slope kurva sorpsi isothermis terpilih

$M_c$  = Kadar air kritis (%)

$M_e$  = Kadar air kesetimbangan isotherm sorpsi terpilih pada RH 75% (%)

$k/x$  = Permeabilitas uap air kemasan (g/m<sup>2</sup>.hari.mmHg)

$A$  = Luas permukaan kemasan (m<sup>2</sup>)

$W_s$  = Berat kering produk dalam kemasan (g padatan)

$P_o$  = tekanan uap jenuh (mmHg)

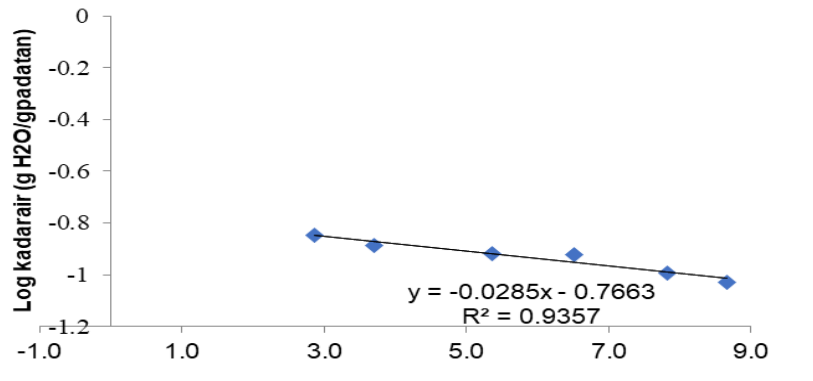
Selanjutnya data yang didapat digunakan untuk menentukan umur simpan, dianalisis menggunakan metode regresi linier sederhana pada program Microsoft Excel.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kadar Air Awal dan Kadar Air Kritis**

Kadar air awal berkisar 9,35% dengan skor 4,66 dengan kondisi awal kapsul tidak lengket dan masih kokoh. Pada titik ke -2 hingga ke-4 kondisi

kapsul masih terlihat baik. Pada kondisi ke -5 kondisi kapsul sudah mulai lengket dan kadar air meningkat, hingga pada titik ke- 6 kondisi kapsul sudah berada pada nilai 2,8 dimana kapsul sudah mulai tidak diterima panelis dengan kadar air kritis 14,18%. Hubungan organoleptik dengan kadar air dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1 Hubungan parameter kelengketan dengan kadar air.

Gambar 1. menunjukkan bahwa adanya hubungan antara parameter kelengketan dengan kadar air, semakin lengket kapsul maka semakin tinggi kadar air. Kadar air awal dan kritis menjadi parameter selanjutnya dalam perhitungan umur simpan.

**Kadar Air Kesetimbangan**

Kadar air kesetimbangan dilakukan pada 10 titik/hari dengan menimbang bobot sampel, Pada hari kedua, sampel kapsul rumput laut pada RH tinggi (garam NaCl dan KCl) sudah menghasilkan titik kesetimbangan, sedangkan sampel kapsul pada RH rendah setimbang pada hari ke-10. Hasil pengujian kadar air kesetimbangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kadar air kesetimbangan pada sampel kapsul Rumput Laut.

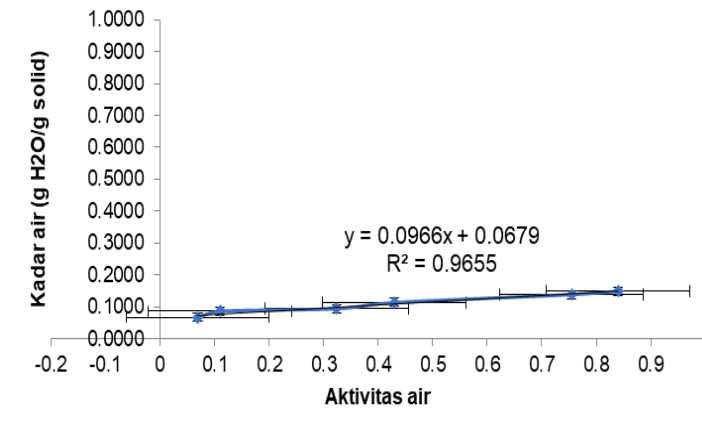
Garam	RH Lingkungan (%)	Kadar Air (g H <sub>2</sub> O/g padatan)	aw
NaOH	6,9	0,067	0,069
LiCl	11	0,087	0,11
MgCl <sub>2</sub>	32,4	0,095	0,324
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	43	0,114	0,43
NaCl	75,5	0,138	0,755
KCl	84	0,149	0,84

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi RH maka semakin tinggi kadar air kapsul rumput

laut. Kadar air terendah yaitu 0,067 dan tertinggi 0,1496. Kapsul rumput laut yang disimpan pada

RH tinggi mempunyai sifat fisik yang sangat lengket sehingga menyebabkan pori-pori kapsul menjadi lebar dan menyebabkan air bebas mudah terikat dengan kapsul sehingga kadar air kapsul meningkat. Hal ini berbeda dengan RH rendah

yang menunjukkan bahwa kapsul masih tetap kuat dan tidak lengket dan menyebabkan kapsul dapat bertahan lama dan mempunyai kadar air yang rendah. Hubungan kadar air dan aktivitas air dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan aktivitas air dengan kadar air.

Gambar 2. menunjukkan bahwa aktivitas air dan kadar air saling memengaruhi. Semakin tinggi aktivitas air maka semakin tinggi kadar air yang dihasilkan. Kapsul yang disimpan pada RH tinggi tentunya mempunyai kadar air yang tinggi. Hal ini dikarenakan kapsul yang disimpan pada RH tinggi menyebabkan kapsul mudah lunak dan rapuh. Perubahan fisik yang terjadi pada kapsul jika disimpan pada RH tinggi adalah kapsul mudah lengket dan rapuh, tidak terjadi perubahan warna yang signifikan, tetapi kapsul yang lengket tidak bisa digunakan untuk bahan pengisi obat atau suplemen.

Menurut Winarno 2008, air bebas dan air terikat pada bahan mempunyai hubungan yang erat dengan aktivitas air sehingga menyebabkan produk menjadi mudah rusak jika kadar air dan aktivitas air yang dihasilkan tinggi. Hubungan yang erat antara kadar air dengan aktivitas air ditunjukkan dengan hasil persamaan regresi yang menghasilkan slope/gradien 0,096 (<1) dan nilai r=96% (sangat erat).

Kurva sorpsi isotermis pada produk Kapsul rumput laut menggambarkan hubungan antara aktivitas air ( $a_w$ ) atau kelembaban relatif kesetimbangan pada ruang penyimpanan (ERH) dengan kandungan air dalam suatu bahan. Kadar air kesetimbangan diplotkan dengan nilai aktivitas air sehingga membentuk sebuah kurva yang berbentuk sigmoid.

### Model Persamaan Sorpsi Isotermis

Setelah mendapatkan kadar air kesetimbangan perlu dilakukan pengujian kurva isotermis dengan menggunakan beberapa model untuk menghasilkan mean relative deviance (MRD) yang menjadi acuan untuk pengujian umur simpan. Arpah (2007) menyatakan bahwa kurva sorpsi isotermis yang terbentuk dari suatu produk pangan dapat digunakan dalam menentukan jenis bahan pengemas yang dibutuhkan, memprediksi karakteristik kondisi penyimpanan yang sesuai, dan menentukan umur simpannya.

Kapsul Rumput Laut merupakan produk yang bersifat higroskopis yaitu dapat menyerap air dari udara sekelilingnya (adsorpsi) dan juga dapat melepaskan sebagian air yang terkandung ke udara (desorpsi). Kandungan air dalam produk mempengaruhi daya tahan makanan terhadap serangan mikroorganisme yang dinyatakan dengan aktivitas air ( $a_w$ ). Sorpsi isotermis dari bahan pangan dapat digambarkan dengan kandungan air yang dimiliki bahan tersebut sebagai keadaan kelembaban relatif ruang tempat penyimpanan.

Kadar air dan aktivitas air pada Kapsul rumput laut sangat berpengaruh dalam menentukan mutu dan umur simpan produk selama penyimpanan. Parameter-parameter penting ini akan mempengaruhi kestabilan dari produk pangan kering seperti sifat-sifat fisik berupa kekerasan dan kekeringan, perubahan kimia

(pencoklatan non-enzimatis), kerusakan mikrobiologis, dan perubahan enzimatik.

Kurva isotermis kapsul menunjukkan bahwa kurva sorpsi isotermis terbentuk hampir menyerupai sigmoid, yaitu menyerupai huruf S meskipun tidak sempurna. Kurva yang berbentuk sigmoid dapat disebabkan oleh adanya efek-efek seperti efek dari hukum Raoult, efek kapilaritas, dan adanya interaksi molekul air dengan permukaan padatan bahan pangan. Winarno (2008) menyatakan bahwa kurva sorpsi isotermis dapat menggambarkan kandungan air yang dimiliki bahan tersebut sebagai keadaan relatif tempat penyimpanan. Kurva sorpsi isotermis untuk setiap bahan pangan memiliki bentuk yang khas. Kapseu *et al.* (2006) menyatakan bahwa sorpsi isotermis dapat menggambarkan karakteristik bahan pangan dan memberikan informasi-informasi tentang

Model persamaan kurva sorpsi isotermis dari hasil penelitian diperoleh dengan menggunakan model-model persamaan yang telah ada. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kemulusan kurva yang tinggi. Penelitian ini hanya menggunakan lima model persamaan, yaitu model Hasley, Handerson, Caurie, Chen Clayton, dan Oswin. Permodelan persamaan tersebut dipilih karena mampu menggambarkan kurva sorpsi

kondisi relatif serangan dari mikroba selama penyimpanan.

Kurva sorpsi isotermis yang terbentuk dari suatu produk pangan dapat digunakan untuk menentukan umur simpannya (Cassini *et al.* 2006). Kurva ini menunjukkan adanya proses adsorpsi dan desorpsi pada bahan pangan. Wulandari dan Soekarto (2003) menyatakan bahwa kurva sorpsi isotermis dapat diperoleh dengan cara adsorpsi (penyerapan uap air dari udara oleh bahan) maupun secara desorpsi (pelepasan uap air oleh bahan ke udara). Kurva sorpsi isotermis adsorpsi dimulai dari kondisi kering hingga kondisi basah, misalnya proses rehidrasi/penyerapan air, sedangkan kurva sorpsi isotermis desorpsi dimulai dari kondisi basah ke kondisi kering, seperti proses dehidrasi/proses pengeringan.

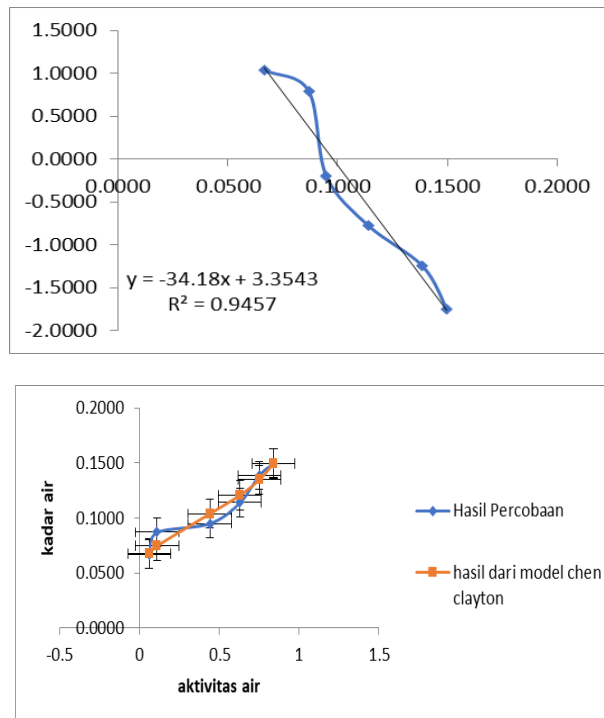
isotermis pada jangkauan nilai aktivitas air yang luas (Cirife dan Iglesias 1978). Model persamaan yang diperoleh dalam bentuk non-linier diubah ke dalam bentuk persamaan linier ( $y = a + bx$ ). Pengubahan bentuk ini digunakan untuk mempermudah dalam perhitungan. Model persamaan kurva sorpsi isotermis Kapsul rumput laut beserta nilai MRD dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Model persamaan kurva sorpsi isotermis beserta nilai MRD.

Model	Nilai MRD
Hasley	0.220305879
Chen Clayton	0.075453867
Henderson	0.420155671
Caurie	0.291308298
Oswin	0.264413502

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa model persamaan yang menggambarkan kurva sorpsi isotermis yang paling tepat untuk kapsul rumput laut adalah model Chen Clayton. Model persamaan ini memiliki nilai *Mean Relative Deviation* MRD paling rendah dibandingkan model persamaan yang lainnya, yang menyatakan bahwa model persamaan tersebut dapat menggambarkan keseluruhan kurva sorpsi isotermis dengan tepat ( $MRD < 5$ ). Semakin kecil nilai MRD yang diperoleh maka semakin tepat kurva model persamaan yang dapat menggambarkan kondisi

kadar air kesetimbangan hasil percobaan. Jika Model tersebut juga dipilih karena kurva yang dihasilkan paling berhimpit dengan kurva sorpsi isotermis percobaan dibandingkan dengan permodelan yang lainnya. Hasil kurva isotermis Chen Clayton dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Kurva isotermis Chen Clayton.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kurva isotermis dengan model Chen Clayton Menghasilkan nilai  $R^2$  sebesar 0,945 dengan nilai MRD sebesar 0,07. Model persamaan terpilih dapat digunakan untuk menduga nilai aktivitas air ( $a_w$ ) pada saat kadar air kritis tercapai. Nilai  $a_w$  saat kadar air kritis tercapai untuk kapsul rumput laut adalah 14,18%. Nilai ini menyatakan bahwa saat produk mencapai kadar air kritis, produk tersebut sudah tidak layak untuk diolah lebih lanjut. Hal ini dipertegas dengan pernyataan Labuzza (1982) yang mengemukakan bahwa produk dikatakan tidak aman pada selang aktivitas air sekitar 0,70 sampai 0,75 dan di atas selang tersebut mikroorganisme patogen berbahaya dapat mulai tumbuh yaitu berupa *E. coli*, *Basillus*, dan golongan *Staphylococcus aureus*.

#### Umur Simpan Produk Kapsul Rumput Laut

Penentuan umur simpan produk menggunakan variabel-variabel lain yang meliputi permeabilitas uap air kemasan, luas permukaan kemasan, bobot padatan produk per kemasan, nilai *slope*, dan tekanan uap air murni pada 30 °C. Menurut Wijaya *et al.* (2014), laju penyerapan air oleh produk pangan selama penyimpanan dipengaruhi

oleh tekanan uap air dan luasan kemasan yang digunakan, kadar air awal produk, berat kering awal produk, kadar air kritis, kadar air kesetimbangan pada RH penyimpanan, dan *slope* kurva isotermis sorpsi air. Nilai permeabilitas uap air berbeda-beda untuk setiap jenis kemasan.

Robertson (2010) menyatakan bahwa permeabilitas uap air kemasan ( $k/x$ ) merupakan kecepatan atau laju transmisi uap air melalui suatu unit luasan bahan dengan ketebalan tertentu akibat adanya perbedaan tekanan uap air antara produk dengan lingkungan pada suhu dan kelembaban tertentu.

Bahan pangan mempunyai sifat yang berbeda-beda dalam kepekaannya terhadap lingkungan. Salah satunya bersifat higroskopis (Manshoori *et al.* 2018). Produk pangan kering yang bersifat higroskopis harus dilindungi dari masuknya uap air. Hal ini dapat dihambat dengan enkapsulasi (Hernandez *et al.* 2020). Disamping itu, proses pengemasan yang menggunakan suatu kemasan tertentu juga dapat mempertahankan mutu produk lebih lama. Kemasan dapat mempertahankan mutu produk dengan menahan laju transmisi uap air sehingga produk bisa bertahan lama. Disamping itu,



permeabilitas juga mempengaruhi umur simpan produk, sehingga kemasan menjadi faktor penting untuk mutu produk.

Kemasan merupakan suatu wadah atau pembungkus yang digunakan untuk melindungi produk yang ada di dalamnya. Kemasan yang digunakan untuk mengemas produk kapsul rumput laut dalam penelitian ini yaitu plastik *high density polyethylene* (HDPE) dan *polypropylene* (PP).

Plastik *low density polyethylene* (LDPE) memiliki karakteristik yang kuat, agak tembus cahaya, fleksibel, dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60 °C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, tetapi kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen. Plastik ini terdapat sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah. Plastik MDPE lebih kaku daripada plastik LDPE dan titik lelehnya lebih tinggi dari LDPE, yaitu antara 115-125 °C. Plastik HDPE lebih kaku dibandingkan LDPE dan MDPE, serta tahan terhadap suhu tinggi (Julianti dan Nurminah 2006).

*Polypropylene* merupakan salah satu jenis plastik yang sering digunakan dalam pengemasan bahan pangan. Plastik ini memiliki sifat seperti tembus pandang, mengkilap, tidak mudah sobek, memiliki ketahanan yang baik terhadap lemak, mempunyai kekuatan tarik yang lebih besar, dan lebih kaku. Selain itu, stabil terhadap suhu tinggi, kuat, dan ringan (Buckle *et al.* 2007).

Nilai permeabilitas uap air ( $k/x$ ) akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu yang akan menyebabkan pori-pori plastik semakin membesar. Nilai ini digunakan untuk mengetahui pengaruh kemasan terhadap umur simpan produk. Nilai permeabilitas kemasan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian permeabilitas uap air kemasan yang dilakukan, PP 0,211 g/m<sup>2</sup>mmHg/hari, dan plastik HDPE 0,2130 g/m<sup>2</sup>mmHg/hari. Variabel lainnya misalnya luas kemasan dan bobot padatan per kemasan untuk kapsul rumput laut adalah 0,0857 mm<sup>2</sup> dan 125 g. Tekanan uap air murni pada suhu 30 °C adalah 31,824 mmHg yang diperoleh dari pembacaan pada tabel uap air Labuza (1982).

Pendugaan umur simpan yang menggunakan persamaan Labuza membutuhkan nilai kemiringan atau *slope* (b) kurva sorpsi

isotermis. Nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis ditentukan pada daerah linier (Arpah 2007). Daerah linier tersebut diambil antara daerah kadar air awal dan kadar air kritis (Labuza 1982). Nilai kemiringan (b) pada penelitian diperoleh dari persamaan linier  $y = a + bx$ . Persamaan ini diperoleh dari titik-titik hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan. Nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis untuk kapsul rumput laut. Nilai ini merupakan nilai yang diperoleh dari persamaan linier pada perhitungan yang menggunakan model persamaan Chen Clayton.

Pendugaan umur simpan kapsul rumput laut ditentukan melalui metode akselerasi dengan pendekatan model kadar air kritis. Pendugaan ini dilakukan dengan menyimpan produk pada RH yang umumnya digunakan saat penyimpanan yaitu pada RH 70% dan 90%. Ramadhan (2013) memaparkan bahwa kondisi kisaran RH 70% dan 90% dipilih karena umumnya digunakan pada penyimpanan produk pangan di daerah tropis.

Variabel-variabel yang telah diketahui dimasukkan ke dalam persamaan Labuza. Variabel tersebut meliputi kadar air awal produk ( $M_0$ ), kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ), kadar air kritis produk ( $M_c$ ), konstanta permeabilitas uap air kemasan ( $k/x$ ), luas kemasan (A), bobot kering produk ( $W_s$ ), tekanan uap air jenuh ( $P_0$ ), dan kemiringan kurva isotermis sorpsi air (b).

Umur simpan kapsul rumput laut menunjukkan hasil yang berbeda-beda untuk setiap jenis kemasan. Faktor yang memengaruhi ini disebabkan oleh nilai permeabilitas kemasan yang berbeda. Menurut Sugiyono *et al.* (2011), umur simpan sangat ditentukan oleh nilai permeabilitas kemasan. Semakin tinggi nilai permeabilitas kemasan, umur simpan kapsul semakin singkat. Selain itu, nilai RH yang tinggi mengandung lebih banyak uap air dibandingkan RH yang lebih rendah sehingga terjadi penyerapan uap air ke dalam bahan pangan. Rahayu *et al.* (2005) menyatakan bahwa pada RH yang tinggi akan mengandung lebih banyak uap air yang mengakibatkan adanya penyerapan oleh bahan pangan. Hal ini dapat mempercepat kerusakan sehingga umur simpan produk menjadi lebih singkat. Singh *et al.* (2003) juga memaparkan bahwa makanan kering akan lebih cepat mengalami kenaikan kadar air dan menjadi tidak renyah jika disimpan pada kondisi lingkungan yang memiliki RH tinggi. Hal ini terjadi akibat dari laju difusi uap air dari lingkungan ke produk

yang semakin meningkat sebanding dengan semakin meningkatnya RH lingkungan. Oleh karena itu, produk yang disimpan pada kelembaban lingkungan yang lebih tinggi akan memiliki umur simpan yang lebih singkat.

Umur simpan kapsul rumput laut yang disimpan dalam kemasan PP dengan berbagai RH yaitu 36,754 bulan (3,04 tahun), sedangkan umur simpan tertinggi dikemas dengan DPE yaitu 37,914 bulan (3,15 tahun). Menurut Histifarina (2004), perbedaan umur simpan antarkemasan yang diperoleh disebabkan oleh perbedaan karakteristik sifat kemasan yang digunakan. Hal ini terlihat pada nilai permeabilitas kemasan HDPE yang lebih kecil.

Persyaratan bahan pengemas yaitu harus bersifat tidak beracun, tidak boleh bereaksi dengan bahan pangannya sendiri, dapat melindungi bahan pangan terhadap kemungkinan kontaminasi mikroba, menjaga agar kandungan air dan lemak tidak berubah (kedap air dan kedap lemak), mencegah masuk atau keluarnya aroma, bau atau gas dari bahan kemasan. Selain itu, kemasan juga harus dapat melindungi bahan pangan yang dikemas terhadap pengaruh sinar, dan bila mungkin juga tahan tekanan dan benturan, serta tahan terhadap suhu tinggi (Winarno 2007).

## 5. KESIMPULAN

Penyimpanan produk kapsul rumput laut sebaiknya pada RH dibawah 75% dengan suhu maksimal 30°C untuk mempertahankan mutu produk cangkang kapsul. Model persamaan kesetimbangan terpilih untuk pendugaan umur simpan produk kapsul rumput laut adalah model Chen Clayton. Umur simpan produk sangat ditentukan oleh karakteristik kemasannya dan kemasan yang baik untuk menyimpan kapsul RL adalah plastik jenis HDPE dengan umur simpan mencapai 37,914 bulan (3,15 tahun).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pusat Teknologi Agroindustri yang memberikan support untuk pengembangan Kapsul Rumput Laut dalam skema pendanaa DIPA BPPT.

### DAFTAR PUSTAKA

- A. Garcia-Hernández, S. Salih, I. Ruiz-Riancho, J. Norambuena-Contreras, R. Hudson-Griffiths, B. Gomez-Meijide.2020. Self-healing of

reflective cracks in asphalt mixtures by the action of encapsulated agents, *Constr. Build. Mater.* 252 :118929.

Arpah M. 2007. Penetapan Kadaluaarsa Pangan. Bogor (ID): Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Tekonolgi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Belitz, H. D dan W. Grosch. 1999. *Food Chemistry*. Springer, Berlin.

Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Wootton M. 2007. Ilmu Pangan. Purnomo H, Adiono, penerjemah. Jakarta (ID): UI Press. Terjemah dari: Food Science.

Cassini AS, Marczak LDF, Norena CPZ. 2006. Water adsoption isotherms of texturized soy protein. *Journal of Food Engineering.* 77: 194-199.

Chen L, Chi Z, Xue SJ, Wang PZ, HU Z, Chi ZM. 2019. Improved pullulan production by a mutant of *Aureobasidium melanogenum*TN3-1 from a natural honey and capsule shell preparation. *International Journal of Biological Macromolecules* 141: 268–277 (2019)

Cirife J, Iglesias HA. 1978. Equations for fitting water sorption isotherm of food: part II. Evaluation of various two parameter models. *Journal Food Technology.* 13: 319-327.

[Depkes RI] Departemen Kesehatan Republik Indonesia (ID). 1995. Farmakope Indonesia Edisi 4. Jakarta (ID): Departemen Kesehatan Republik Indonesia

Dolorosa MT, Nurjanah, Purwaningsih, Anwar E, Hidayat T.2019. Tyrosinase inhibitory activity of *Sargassum plagyophyllum* and *Eucheuma cottonii* methanol extracts. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 278 012020

Dolorosa MT, Nurjanah, Purwaningsih, Anwar E, Hidayat T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif bubuk rumput laut *Sargassum plagyophyllum* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim pencerah kulit. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia.* 20(3): 633-644

Gnanasekharan V, DF John. 1993. Shelf Life Prediction of Packaged Food. Di dalam: *Shelf Life Studies of Food and Beverages*. Charalambous, G (ed) Elsevier. Newyork. 140-149p.

Fonkwe LG, Archibald DA, Gennadios A. 2003. Non-Gelatine Capsule Shell Formulation. *Prior Publication Data.*

Hidayat T, Nurjanah, Anwar E, Nurilmala M. 2018. Identifikasi dan karakterisasi rumput

- laut tropika (dari kepulauan seribu) sebagai sumber bahan baku kosmetik. *Creative Research Journal*. 4(2):49-62
- Herawati H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4): 124-130.
- Histifarina D. 2004. Pendugaan umur simpan kentang tumbuk instan berdasarkan kurva isotermi sorpsi air dan stabilitasnya selama penyimpanan. *Jurnal Hortikultura*. 14(2): 113-120.
- Julianti E, Nurminah M. 2006. Teknologi Pengemasan. Medan (ID): Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Kapseu C, Nkouam GB, Dirant M, Barth D, Perrin L, Tchiegang C. 2006. Water vapour sorption isotherms of sheanut kernels (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.). *Journal of Food Technology*. 4(4): 235-241.
- Labuzza TP. 1982. Shelf-life Dating of Foods. Connecticut (US): Food and Nutrition Press Inc.
- Luthfiyana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2016. Rasio bubur rumput laut *Euchema cottonii* dan *Sargassum* sp. sebagai formula krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 183-195
- Maharany F, Nurjanah, Suwandi R, Anwar E, Hidayat T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Euchema cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 10-17.
- Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Luthfiyana N, Hidayat T. 2019. Utilization of seaweed porridge *Sargassum* sp. and *Euchemma cottonii* as cosmetic in protecting skin. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. 278 012055.
- Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Luthfiyana N, Hidayat T. 2017. Identification of bioactive compounds of seaweed *Sargassum* sp. and *Euchemma cottonii* doty as a raw sunscreen cream. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*. 54(4): 311-318.
- Nurjanah, Nurilmala N, Sudiarjo F, Hidayat T. 2016. Characteristics of seaweed as raw materials for cosmetics. *Aquatic Procedia*. 7:177 – 180
- Pepczynska M, Calderon PD, Quero F, Matiavecich F, Char C, Enrione J. 2019. Interaction and fragility study in salmon gelatin-oligosaccharide composite films at low moisture conditions. *Food Hydrocolloids*. 97(31):105270
- Rahayu WP, Arpah M, Diah E. 2005. Penentuan waktu kadaluarsa dan model sorpsi isoterms biji dan bubuk lada hitam (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Teknologi dan Industri pangan*. 14(1): 31-38.
- Robertson GL. 2010. Food Packaging and Shelf Life: A Pratical Guide. Florida (US): CRC Pres
- Sahilah AM, Mohd. FL, Norrakiah AS, Aminah A, Wan AWM, Ma'aruf AG, Mohd. KA. 2012. Halal market surveillance of soft and hard gel capsules in pharmaceutical products using PCR and southern-hybridization on the biochip analysis. *IFRJ*. 2012; 19(1):317-375.
- Singh J, Singh N, Sharma TR, Saxena SK. 2003. Physicochemical, rheological and cookie making properties of corn and potato flours. *Food Chemistry*. 83: 387-393.
- Sugiyono, Setiawan E, Syamsir E, Sumekar H. 2011. Pengembangan produk mi kering dari tepung ubi jalar (*Ipomea batatas*) dan penentuan umur simpannya dengan metode isotherm sorpsi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(2): 164-170.
- Suryani N, Susilawati, Fajriani A. 2009. Kekuatan Gel Gelatin Tipe B dalam Formulasi Granul Terhadap Kemampuan Mukoadhesif. *Makara Kesehatan*. 13(1):1-4.
- Syarief R, A Santausa, SB Isyana. 1989. Buku Monograf Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Bogor. hal 50-59.
- T. Al-Mansoori, J. Norambuena-Contreras, R. Micaelo, A. Garcia. 2018. Self-healing of asphalt mastic by the action of polymeric capsules containing rejuvenators, *Constr. Build. Mater*. 161 (2018) 330–339.
- Wijaya IMAS, Suter IK, Yusa NM. 2014. Karakteristik isoterms sorpsi air dan umur simpan ledok instan. *Agritech*. 34(1): 29-35
- Winarno FG. 2007. Teknobiologi Pangan. Bogor (ID): M-Brio Press.
- Wulandari N, Soekarto ST. 2003. Fenomena hysteresis isoterms sorpsi air pada granula pati amilosa granula pati amilopektin, protein, dan selulosa. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14 (1): 21-28.

