

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK-IV)
Hotel Swiss-Belinn Kristal Kupang, Kupang - 25 Oktober 2019

**EKSTRAKSI ALGINAT DARI RUMPUT LAUT COKLAT (*Sargassum crassifolium*)
SEBAGAI BAHAN ENKAPSULASI ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK BIJI ALPOKAT**

Alfius R. Kale¹, Jenri Nabunome²

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Indonesia

Email:alfry_cal@yahoo.co.id

ABSTRACT

Avocado (*Persea americana*) is one of the leading commodities in Indonesia. Avocado seed extract contains secondary metabolites (antioxidants). Antioxidants are natural that are able to prevent and quench free radicals that are active in the body. However, antioxidants are very easily oxidized by light, heat, and metals. Therefore, it is necessary to maintain the structure of antioxidants by encapsulation. The aims of this study were to investigate the effect of sodium alginate concentration and encapsulation time on the form of antioxidant capsules, to study the efficiency of antioxidant encapsulation using alginate coating agents. The results showed that the increase of sodium alginate concentration from 2% to 4% affected the shape of the antioxidant capsule while for contact time encapsulation 30, 35 and 40 minutes visually had no effect on the shape of the antioxidant capsules. The best antioxidant encapsulation efficiency in beads was found in 4% sodium alginate concentration with 30, 35 and 45 minutes and encapsulation time was 6.97%; 6.53% and 6.75%, respectively.

Keywords: avocado seed extract, antioxidants, encapsulation, sodium alginate

ABSTRAK

Alpoklat (*Persea americana*) merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ekstrak biji alpukat mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktifitas sebagai antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat dan menangkap radikal bebas yang reaktif dalam tubuh. Namun, senyawa antioksidan sangat mudah teroksidasi oleh cahaya, panas, dan logam sehingga perlu dikapsulasi agar manfaatnya tetap terjaga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Na-alginat dan waktu enkapsulasi terhadap bentuk kapsul antioksidan, mengetahui efisiensi enkapsulasi antioksidan menggunakan zat penyalut alginat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi natrium alginat dari 2% ke 4% secara visual berpengaruh terhadap bentuk kapsul antioksidan sedangkan untuk kontak waktu enkapsulasi 30, 35 dan 40 menit secara visual tidak berpengaruh terhadap bentuk kapsul antioksidan. Efisiensi enkapsulasi antioksidan pada beads terbaik yang ditemukan pada konsentrasi natrium alginat 4% dengan waktu enkapsulasi 30, 35 dan 45 menit berturut-turut sebesar sebesar 6,97%; 6,53% dan 6,75%.

Kata kunci: ekstrak biji alpukat, antioksidan, enkapsulasi, natrium alginat

1. PENDAHULUAN

Keberadaan radikal bebas dalam tubuh dapat menimbulkan berbagai macam penyakit degeneratif seperti jantung, kanker, penuaan dini dan lain-lain. Hal ini disebabkan karena radikal bebas memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluar sehingga molekul tersebut bersifat reaktif dan cenderung bereaksi dengan sel-sel dalam tubuh untuk mencapai tingkat kestabilan. Keterlibatan radikal bebas dalam reaksi oksidasi dapat merusak sel normal yang ada disekitarnya dan merusak komponen-komponen DNA sehingga mengakibatkan berbagai penyakit degeneratif (Parwata, 2016). Radikal bebas dapat dikendalikan oleh senyawa antioksidan (Rosahdi dkk., 2013).

Senyawa antioksidan merupakan molekul yang memiliki struktur yang bisa memberikan elektronnya kepada molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan tanpa mengganggu molekul normal di sekitarnya. Keadaan ini mampu menghambat dan menangkap radikal bebas yang berpotensi untuk bereaksi dengan sel-sel tubuh (Rosahdi dkk., 2013). Namun, antioksidan sangat mudah mengalami reaksi oksidasi yang diakibatkan oleh adanya pengaruh lingkungan seperti paparan cahaya, logam berat, dan panas sehingga menyebabkan penurunan manfaat antioksidan. Oleh karena itu, antioksidan perlu dilindungi agar keberadaannya tetap terjaga. Salah satu metode yang bisa dilakukan untuk mempertahankan kestabilan antioksidan adalah enkapsulasi.

Enkapsulasi adalah salah satu proses yang dilakukan untuk melindungi senyawa aktif yang mudah terpengaruh oleh lingkungan. Metode enkapsulasi semakin populer dalam dunia farmasi, dikarenakan prosesnya yang sangat mudah dan tidak membutuhkan biaya yang mahal. Teknik enkapsulasi yang umum digunakan dalam proses penyalutan bahan inti adalah metode *coacervation*. Pemilihan *coacervation* didasarkan pada proses enkapsulasi yang berlangsung pada suhu ruang dan bahan penyalut yang digunakan mudah diperoleh (Palupi dkk., 2104).

Syarat penggunaan bahan penyalut untuk proses enkapsulasi adalah jenis penyalut yang tidak bereaksi dengan inti atau zat aktif yang dilindungi dan tidak bersifat toksik (Jayanudin dkk., 2017). Salah satu bahan alam yang berpotensi sebagai bahan penyalut alami yaitu alginat, dikarenakan memiliki gugus karboksil yang dapat berikatan dengan ion divalen seperti Ca^{2+} (Palupi dkk., 2014). Penggunaan alginat sebagai bahan penyalut dalam proses enkapsulasi telah banyak digunakan karena sifatnya yang biokompatibel dan murah. Hal ini telah dibuktikan dalam beberapa penelitian seperti Wukirsari (2006), penggunaan campuran alginat-kitosan sebagai bahan penyalut mampu mengkapsulasi ibuprofen sebesar 86%. Selanjutnya Jayanudin dkk., (2017) menggunakan campuran kitosan-alginat-sodium tripolifosfat (STPP) sebagai bahan pengkapsul mampu mengkapsul oleoresin jahe merah sebesar 85,714%. Sedangkan Resniati (2018) melaporkan bahwa alginat sebagai zat penyalut mampu mengkapsulasi vitamin C sebesar 34,72%. Selain itu, Arriola dkk., (2015) juga menggunakan alginat sebagai bahan penyalut ekstrak *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Alginat adalah suatu senyawa polisacarida anionik yang merupakan suatu polimer yang terdiri dari β -D asam manuronat (M) dan (1,4)-L asam guluronat (G) (Darmawan dkk., 2006). Alginat dapat diperoleh dari dinding sel rumput laut coklat dalam bentuk asam alginat (Pamungkas dkk., 2013). Rumput laut coklat sangat melimpah di Indonesia terkhususnya provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Namun, pemanfaatannya kurang maksimum, bahkan di beberapa daerah tidak memanfaatkannya sama sekali. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Enkapsulasi Bahan Antioksidan Menggunakan Ekstrak Natrium Alginat Dari Rumput Laut Coklat (*Sargassum crassifolium*)”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi enkapsulasi antioksidan menggunakan bahan penyalut alginat.

2. METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rumput laut coklat (*Sargassum crassifolium*) yang diperoleh dari Pantai Tablolong Kabupaten Kupang, buah alpukat dari Daerah Kolbano Kabupaten Timor Tengah Selatan, H_2SO_4 , BaCl_2 , alkohol 70%, Na_2CO_3 , aquades, kertas saring, indikator EBT, larutan EDTA, methanol, etanol 95%, HCl pekat, KI 1N, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, iodin, buffer ammonia pH 10, NaCl, indikator amilum, KIO_3 , NH_4Cl dan CaCl_2 .

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, saringan teh, kain putih, oven, tanur, desikator, buret, statif, stoples ukuran besar, stoples ukuran sedang, pengaduk, cawan porselin, penjepit, viskometer Ostwald, piknometer, wadah botol, gelas ukur, mortal dan alu, labu takar dan gelas kimia.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Natrium Alginat sebanyak 25 gram rumput laut coklat kering dimaserasi dengan 500 ml larutan Na_2CO_3 1,5% (b/v) selama 24 jam sambil sampel diaduk dengan selang waktu 30 menit selama ± 2 jam. Setelah 24 jam maka sampel ditambahkan dengan aquades sebanyak 250 ml sambil diaduk dengan tujuan untuk mempermudah proses penyaringan. Selanjutnya dipisahkan filtrat dan residu dengan menggunakan saringan santan. Setelah itu, filtrat yang diperoleh disaring dengan menggunakan kain putih dan selanjutnya disaring lagi dengan menggunakan tisu. Kemudian filtra yang diperoleh ditambahkan dengan 10 ml H_2SO_4 30% sambil diaduk sampai larutan terbentuk gel. Setelah terbentuk gel, dipisahkan gel dari larutan dengan menggunakan saringan santan. Kemudian gel yang diperoleh dicuci dengan aquades secara berulang-ulang sampai gel tersebut bebas sulfat. Untuk mengetahui gel Na-alginat bebas sulfat dapat diuji menggunakan BaCl_2 . Selanjutnya gel yang diperoleh dikonversi menjadi natrium alginat dengan cara menambahkan Na_2CO_3 sedikit-demisekit sampai pH 7. Setelah itu, dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari sampai kering. Selanjutnya digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh dan diperoleh serbuk natrium alginat.

Karakterisasi Natrium Alginat

a. Uji Viskositas

Analisis viskositas dapat dilakukan dengan metode Ostwald dengan menggunakan viskometer Ostwal. Ditimbang piknometer kosong, kemudian diisi piknometer kosong yang telah diketahui massanya dengan aquades sampai penuh dan ditimbang lagi untuk diketahui massa. Setelah itu dilakukan hal yang sama untuk penentuan massa jenis larutan natrium alginat 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Kemudian untuk menentukan viskositas refrensi (aquades)

untuk digunakan sebagai pembanding, diambil beberapa ml aquades ke dalam viskometer Ostwald pada suhu kamar (30°C). Setelah itu larutan divakum sampai garis m (batas atas) dengan menggunakan pompa vakum dan dibiarkan mengalir sampai garis n (batas bawah) lalu dicatat waktu yang diperlukan untuk mengalir dari garis m ke n. Selanjutnya dilakukan hal sama pada larutan natrium alginat 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Viskositas dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\eta \text{ sampel} = \text{aquades} \frac{t_{sc} \cdot \rho_{sa}}{t_a \cdot \rho_a}$$

dimana, η adalah viskositas, t adalah lama waktu dan ρ adalah massa jenis.

b. Uji Kadar Abu

Ditimbang 1,5 gram natrium alginat dimasukan ke dalam cawan porselin, kemudian dikalsinasi dalam tanur pada suhu 700°C selama 3 jam. Setelah itu abu yang diperoleh didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya. Penentuan kadar abu digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{G_a}{G_{sa}} \times 100\%$$

c. Uji Kemurnian Alginat

1 gram CaCl₂ dilarutkan dalam campuran methanol-air (4:6) sebanyak 100 ml, kemudian ditambahkan lagi 100 ml natrium alginat 1,5%, dan diaduk ± 15 menit. Selanjutnya endapan yang diperoleh dipisahkan dengan menggunakan kertas saring. Setelah itu, dibilas endapan yang diperoleh dengan campuran etanol-air (2:8). Selanjutnya dikeringkan endapan yang diperoleh menggunakan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Kemudian kemurnian natrium alginat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kadar alginat} = \frac{g_e}{g_m - m} \times 100 \%$$

d. Uji Kadar Air

Ditimbang 5 gram natrium alginat dan dimasukan ke dalam cawan porselin, lalu dioven selama 2 jam pada suhu 105°C. Setelah itu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya. Kadar air ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{G_{sa} - G_a}{G_{sa}} \times 100\%$$

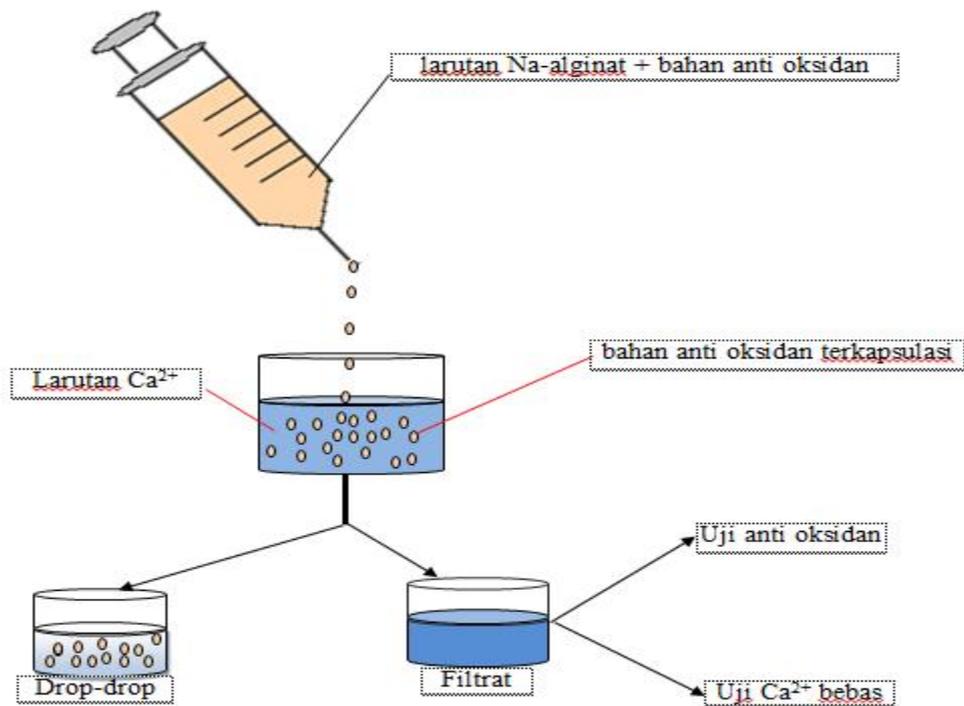
Ekstraksi Bahan Antioksidan Dari Biji Alpukat

Ekstrak biji alpukat diperoleh melalui metode yang dilakukan oleh Malangngi dkk (2015). Biji alpukat dicuci bersih kemudian diiris tipis dan dikeringkan angin-angin selama 1 minggu guna menghindari reaksi oksidasi. Setelah kering, biji alpukat diblender hingga menjadi serbuk dan diayak dengan menggunakan ayakan 65 mesh agar dapat mempercepat berlangsungnya proses marerasi. Selanjutnya ditimbang 20 gram serbuk biji alpukat dan direndam dalam 100 ml etanol 95% selama 24 jam. Kemudian dipisahkan filtrat dan residu menggunakan kertas saring. Perlakuan dilakukan selama 48 jam, setelah itu filtrat yang diperoleh dievaporasi untuk mendapatkan ekstrak etanol. Ekstrak yang diperoleh diuji aktifitas antioksidan dengan DPPH. Diambil 2 ml ekstrak biji alpukat 200 ppm ditambahkan kedalam 2 ml larutan DPPH 25 ppm dan divortex selama 30 menit. Kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Hasil yang diperoleh dapat dihitung aktifitas antioksidan menggunakan rumus:

$$\% \text{ antioksidan} = \frac{a_k - a}{a} \times 100\%$$

Uji Enkapsulasi Ekstrak Biji Alpukat

Uji enkapsulasi dilakukan sesuai metode Resniati (2018). Dibuat stok natrium alginat masing-masing 30 ml dengan variasi konsentrasi 2%, 3%, dan 4% (b/v). Variasi konsentrasi natrium alginat masing-masing dimasukan ke dalam wadah botol bersih. Kemudian masing-masing wadah natrium alginat ditambahkan 3 ml bahan antioksidan 1% (b/v) dan diaduk sampai larutan tercampur secara homogen. Larutan yang sudah homogen masing-masing didrop (dengan diameter drop 3 mm) kedalam wadah yang sudah diisi dengan 50 ml Ca²⁺ yang berkadar 2% (b/v). Larutan dan butiran dipisahkan sesuai kontak waktu enkapsulasi yang ditentukan yaitu 30 menit, 35 menit dan 40 menit. Selanjutnya disaring untuk diperoleh filtrat dan butiran. Kemudian filtrat yang diperoleh, digunakan untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 5: Skema proses enkapsulasi ekstrak biji alpukat

Uji Efisiensi Enkapsulasi Ekstrak Biji Alpukat

Untuk penentuan efisiensi enkapsulasi antioksidan, pada tahap pertama dilakukan penentuan aktivitas antioksidan sebagai kontrol yaitu sebanyak 50 ml larutan Ca^{2+} ditambahkan 3 ml ekstrak etanol biji alpukat dan dihomogenkan. Selanjutnya diambil 2 ml dari larutan yang dibuat kemudian ditambahkan 2 ml larutan DPPH dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Setelah itu, dihitung persen aktivitas antioksidan dari larutan tersebut. Tahap kedua adalah penentuan ekstrak etanol biji alpukat terkapsulasi. Prosesnya yaitu filtrat enkapsulasi diambil 2 ml dan ditambahkan kedalam 2 ml DPPH 25 ppm kemudian divortex selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Setelah itu, dihitung persen antioksidan yang terdapat pada filtrat. Selanjutnya ditentukan efisiensi enkapsulasi (EE) menggunakan rumus:

$$\%EE = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

Keterangan: EE = Efisiensi enkapsulasi, A_0 = persen aktivitas antioksidan yang ditambahkan sebagai bahan pengisi, A_1 = persen aktivitas antioksidan yang realis keluar

Penentuan Ion Ca^{2+} Terpakai Untuk Proses Enkapsulasi Diambil sebanyak 25 ml filtrat enkapsulasi dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan 2 ml buffer ammonia pH 10 dengan tujuan untuk mempertahankan pH larutan agar tidak berubah-ubah. Selanjutnya ditambahkan indikator EBT untuk menentukan titik akhir titrasi yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari merah anggur menjadi biru langit. Setelah itu, dititrasi dengan larutan EDTA (Etilendiamina Tetraasetat) 0,05 M sampai terbentuk warna biru langit. Titrasi dilakukan secara triplo dan dicatat volume EDTA yang terpakai. Dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Ca}^{2+} \text{ terpakai} = \frac{(C^{2+} m - m) - (C^{2+} b)}{C^{2+} m - m}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Natrium Alginat Dari *Sargassum crassifolium*

Dalam penelitian ini, natrium alginat diperoleh dari rumput laut coklat jenis *Sargassum crassifolium* yang diambil dengan metode ekstraksi. Hasil yang diperoleh adalah natrium alginat berupa bubuk berwarna coklat.



Gambar 6: a) ekstrak natrium alginat dan (b) natrium alginat komersial

Berdasarkan Gambar 6a menunjukkan bahwa ekstrak natrium alginat yang diperoleh memiliki warna coklat. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan standar baku mutu natrium alginat yang ditetapkan pada *food chemical codex* (FCC) maka memiliki perbedaan warna dimana natrium alginat yang dihasilkan dalam penelitian ini yakni berupa bubuk berwarna coklat sedangkan berdasarkan penetapan FCC natrium alginat memiliki karakter fisik berupa bubuk berwarna putih. Hal tersebut terjadi karena dalam penelitian ini, proses pembuatan natrium alginat tidak disertai dengan proses pemucatan warna sehingga ekstrak natrium alginat yang diperoleh berupa bubuk berwarna coklat.

Karakterisasi Natrium Alginat

a. Viskositas Natrium Alginat

Dalam penelitian ini, viskositas natrium alginat diukur pada konsentrasi natrium alginat 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 2 %. Dari hasil yang diperoleh dapat dihitung nilai viskositas alginat yaitu berturut-turut sebesar 52,71 cps, 118,46 cps, 188,28 cps dan 273,85 cps. Berdasarkan viskositas yang diperoleh, menunjukkan bahwa ekstrak natrium alginat yang dihasilkan dari *Sargassum crassifolium* memiliki kandungan senyawa polisakarida yang tinggi sehingga jika dilarutkan dengan air maka terbentuk gel tidak terionisasi dan bersifat polisakarida yang menyebabkan viskositas larutan natrium alginat tinggi. Keadaan ini juga didukung oleh Zailanie dkk (2001), semakin tinggi monomer penyusun polimer alginat maka menyebabkan nilai viskositas alginat semakin tinggi. Selain itu, viskositas yang diperoleh bila dibandingkan dengan natrium alginat yang diproduksi oleh SIGMA (2002) yang memiliki 3 tingkatan nilai viskositas yaitu "low viscosity" atau 240 cps, "medium viscosity" atau 3500 cps, dan "high viscosity" atau 14.000 cps, berarti nilai viskositas yang diperoleh peneliti Indonesia masih berada dibawah tingkatan "medium viscosity" maka viskositas ekstrak natrium alginat yang diperoleh dari *Sargassum crassifolium* tergolong dalam "low viscosity".

b. Kadar Abu Natrium Alginat

Dalam penelitian ini, kadar abu ekstrak natrium alginat diketahui melalui metode gravimetri dan diperoleh kadar abu sebesar 7,56%. Hasil yang diperoleh ini, bila dibandingkan dengan standar *food chemical codex* (FCC) maka belum memenuhi atau memiliki kadar abu lebih kecil dari standar yang ditetapkan pada FCC (18-27%). Namun, masih terdapat abu atau zat yang bersifat menirial dalam alginat. Hal tersebut terjadi karena adanya ketersediaan zat-zat yang tidak larut air (sisa-sisa batu karang atau pasir yang tidak hilang pada saat proses pencucian serta mineral lain yang terkandung dalam rumput laut) sehingga menyebabkan alginat masih mengandung zat yang tidak larut. Selain itu juga kadar abu bisa ditimbulkan dari penambahan bahan kimia pada saat ekstraksi seperti Na, Ca, K, Mg, Cl, Fe dan S.

c. Kemurnian Alginat

Alginat yang diperoleh dari *Sargassum crassifolium* melalui proses ekstraksi telah diuji kemurnian alginatnya dan hasil yang diperoleh menunjukkan kemurnian ekstrak natrium alginat sebesar 101,98 %. Hal ini bila dibandingkan dengan data standar *food chemical codex* (FCC) maka sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan (90,8-106,5%). Kemurnian natrium alginat perlu diketahui guna mengetahui ketersediaan kandungan asam guluronat dan manuronat yang terkandung sebagai monomer penyusun polimer alginat. Jika ketersediaan monomer penyusun alginat semakin banyak maka semakin banyak gugus karboksilat yang berikatan dengan ion logam divalen.

d. Kadar Air Natrium Alginat

Kadar air ekstrak natrium alginat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebesar 9,92%. Berdasarkan kadar air ekstrak natrium alginat yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak natrium alginat yang dihasilkan dari *Sargassum crasifolium* masih mengandung sejumlah kecil air, namun bila dibandingkan standar *food chemical codex* (FCC) maka dengan kadar air yang diperoleh masih sesuai dengan kadar air yang ditetapkan pada FCC (<15%). Hal tersebut terjadi karena komponen penyusun alginat yang bersifat hidrofilik sehingga natrium alginat memiliki kemampuan yang tinggi untuk menjebak air dalam matriksnya. Keadaan tersebut juga didukung oleh Zailanie dkk (2001), kadar air alginat sangat dipengaruhi oleh ketersediaan gugus COOH dalam ekstrak natrium alginat yang merupakan gugus hidrofilik.

Ekstraksi Biji Alpukat Sebagai Bahan Antioksidan

Bahan antioksidan yang diperoleh dari ekstrak biji alpukat telah diuji kemampuan penangkalan radikal bebas dengan menggunakan senyawa DPPH sebagai sumber radikal maka hasil yang diperoleh adalah ekstrak etanol biji alpukat mampu meredam radikal bebas sebesar 67,4%. Keadaan ini menunjukkan bahwa ekstrak biji alpukat yang diperoleh mengandung senyawa-senyawa antioksidan yang berfungsi sebagai peredam radikal bebas. Aktifitas antioksidan yang diperoleh tidak memiliki perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Malangngi dkk., 2015 (aktifitas antioksidan berkisar antara 67,64%-93,04%). Perbedaan tersebut terjadi karena kemungkinan besar bahan baku/biji alpukat yang digunakan memiliki kandungan senyawa antioksidan yang rendah sehingga kemampuan untuk meredam radikal bebas yang lebih kecil jika dibandingkan dengan antioksidan yang diperoleh Malangngi dkk (2015).

Enkapsulasi Ekstrak Biji Alpukat

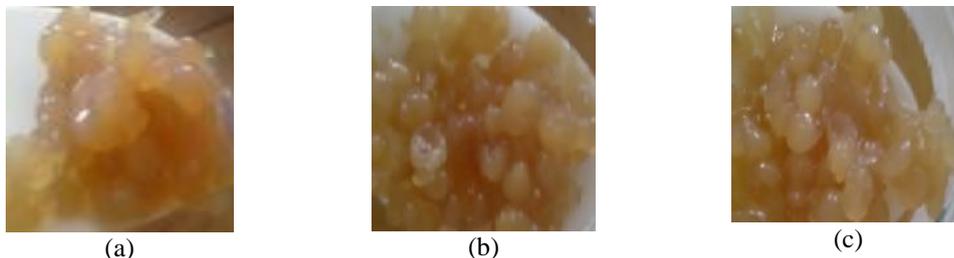
Penelitian ini bertujuan untuk mengemas ekstrak biji alpukat dalam beads atau kapsul calcium alginat melalui teknik enkapsulasi. Teknik enkapsulasi yang dilakukan dalam proses penyalutan ekstrak biji alpukat adalah metode yang dilakukan oleh Resniati (2018). Natrium alginat dapat digunakan sebagai polimer pelindung ekstrak biji alpukat yang dikoaservasi dengan calcium klorida. Penggunaan natrium alginat sebagai bahan pelindung didasarkan pada karakteristiknya yang membentuk gel tidak larut dalam air jika dikoaservasi dengan ion Ca^{2+} menjadi Ca-alginat (Park, dkk, 1993). Persamaan reaksi kimia pembentukan calcium alginat sebagai berikut:



Melalui pembentukan calcium alginat maka akan membentuk matriks yang dapat menjebak ekstrak biji alpukat sehingga zat aktif yang berpotensi sebagai antioksidan tidak mudah merilis dan tetap terlindung dalam matriks atau beads.

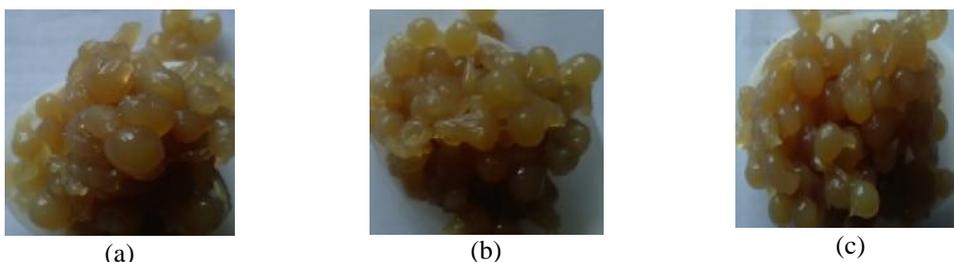
Morfologi Kapsul Antioksidan

Dalam penelitian ini, komposisi bahan pengkapsul yang optimum dapat ditentukan dengan penentuan konsentrasi natrium alginat dalam proses pembentuk beads.



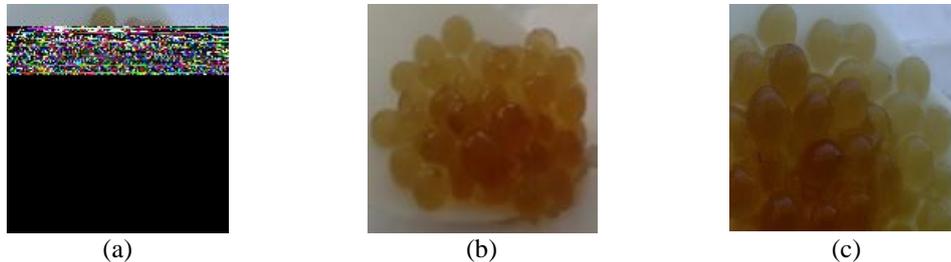
Gambar 7: Bentuk kapsul antioksidan pada konsentrasi natrium alginat 2% dengan kontak waktu (a) 30 menit, (b) 35 menit dan (c) 40 menit.

Gambar 7 menunjukkan karakteristik fisik beads antioksidan yang dihasilkan dari konsentrasi natrium alginat 2% dengan waktu kontak enkapsulasi 30, 35 dan 40 menit. Beads yang terbentuk memiliki karakter fisik yang cenderung pecah dan bentuk beads yang tidak beraturan. Hal tersebut disebabkan karena dimungkinkan ketersediaan kandungan blok guluronat pada larutan alginat dalam jumlah kecil sehingga rantai polimer alginat yang dihasilkan berupa rantai pendek maka *egg-box model* poliguluronat yang mengikat ion Ca^{2+} untuk menghasilkan ikatan silang antar molekul alginat rendah. Keadaan tersebut juga berkaitan dengan pernyataan Subaryono dkk (2010), kekuatan gel alginat dapat dipengaruhi oleh tingginya ikatan silang yang dihasilkan dari *egg-box model* poliguluronat dan ion Ca^{2+} .



Gambar 8: Bentuk kapsul antioksidan pada konsentrasi natrium alginat 3% dengan kontak waktu (a) 30 menit, (b) 35 menit dan (c) 40 menit.

Konsentrasi alginat 3% dapat menunjukkan karakteristik fisik yang lebih baik daripada konsentrasi natrium alginat 2%. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi natrium alginat dapat menyebabkan blok guluronat dalam larutan alginat meningkat sehingga rantai alginat yang dihasilkan semakin panjang. Oleh karena itu, ikatan silang antara *egg-box model* poliguluronat dengan ion Ca^{2+} yang terjadi dalam pembentukan matriks juga semakin banyak sehingga menyebabkan gel yang semakin kaku.



Gambar 9: Bentuk kapsul antioksidan pada konsentrasi natrium alginat 4% dengan kontak waktu (a) 30 menit, (b) 35 menit dan (c) 40 menit.

Pembentukan gel pada konsentrasi 4% menghasilkan karakter fisik kapsul yang tidak mudah pecah dan bentuk kapsul yang teratur. Hal ini disebabkan karena ketersediaan kandungan blok guluronat dalam larutan alginat yang berjumlah banyak sehingga kompleks ikatan silang antara *egg-box model* poliguluronat dengan ion Ca^{2+} yang dihasilkan semakin banyak dan teracak.

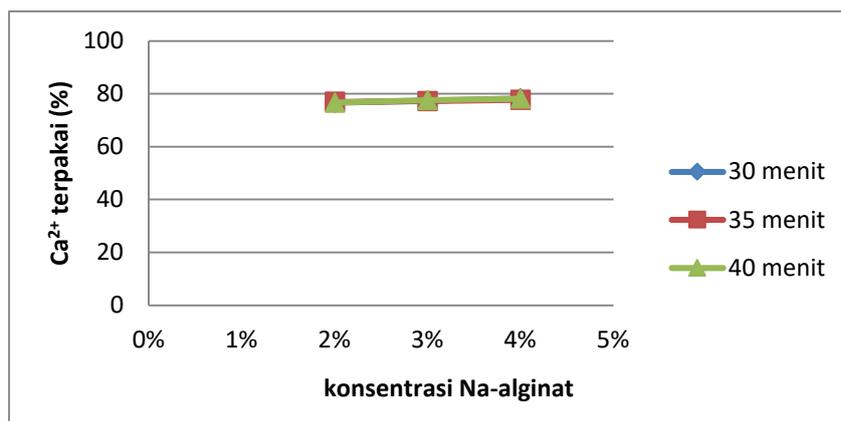
Bedasarkan hasil pembentukan beads tersebut, menunjukan bahwa semakin tinggi konsentrasi alginat maka beads yang dihasilkan juga semakin baik. Keadaan ini dapat menguatkan pernyataan Rasyid (2003) yang mengatakan bahwa konsentrasi natrium alginat dapat berpengaruh terhadap viskositas. Tingginya viskositas larutan alginat dapat menyebabkan rantai polimerisasi alginat semakin panjang sehingga ketersediaan blok guluronat dalam alginat semakin banyak maka semakin tinggi kemungkinan untuk terjadi ikatan silang antara ion Ca^{2+} dan *egg-box model* poliguluronat untuk menghasilkan kapsul yang kuat atau tidak mudah pecah. Sedangkan waktu enkapsulasi antioksidan secara visual tidak menyebabkan berpengaruh nyata terhadap bentuk kapsul yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena tinggi kemungkinan ketersediaan *crosslink* agen kalsium klorida yang dalam konsentrasi tinggi sehingga proses pembentukan polimerisasi terjadi dalam waktu yang sangat singkat.

Efisiensi Enkapsulasi

Pada penelitian ini, pengujian efisiensi enkapsulasi antioksidan tidak dilakukan untuk semua sampel, tetapi hanya dilakukan pada sampel yang memiliki karakteristik fisik terbaik saja. Hal tersebut dikarenakan beads yang memiliki karakteristik fisik yang baik seperti tingkat kekenyalan yang tinggi dan penampakan beads yang tidak mudah pecah akan mengurangi tingkat kerilisan zat aktif yang dilindungi. Dalam penelitian ini, beads yang terbaik terdapat pada konsentrasi natrium alginat 4% dengan waktu enkapsulasi 30, 35 dan 40 menit. Efisiensi enkapsulasi ekstrak biji alpukat yang diperoleh adalah berturut-turut sebesar 6,97%; 6,53% dan 6,75%. Efisiensi enkapsulasi yang diharapkan dalam teknik perlindungan bahan inti adalah polimer pelindung harus mampu menjebak semua bahan inti yang ditambahkan. Namun pada penelitian ini, ekstrak biji alpukat yang dilindungi menggunakan polimer alginat masih menyebabkan proses kerilisan yang cukup signifikan. Hal ini kemungkinan terjadi karena dinding kapsul yang terbentuk memiliki kerapatan molekul yang kecil sehingga zat aktif yang terkapsul tidak terjebak secara efisien oleh matriks kapsul.

Pemakaian Ion Ca^{2+} dalam Pembentukan Kapsul

Dalam pembentukan gel alginat, ion Ca^{2+} sangat diperlukan untuk mengubah keadaan natrium alginat yang mudah larut dalam air menjadi kalsium alginat yang tidak mudah larut dalam air. Dalam penelitian ini, CaCl_2 digunakan sebagai sumber kalsium. Pemakaian ion Ca^{2+} dalam pembentukan kapsul antioksidan dapat disajikan pada grafik dibawah ini.



Gambar 11: Data konsentrasi Ca^{2+} yang terpakai dalam pembentukan kapsul antioksidan dengan konsentrasi natrium alginat 2%, 3%, 4% dan kontak waktu enkapsulasi 30, 35 dan 40 menit.

Sumber keragaman	Db	SS	MS	F _{hitung}
Waktu kontak enkapsulasi (A)	2	0,154	0,077	1,3
Konsentrasi alginat (B)	2	7,478	3,739	63,1
Kaktu kontak enkapsulai* konsentrasi alginat (A*B)	4	0,699	0,174	2,73

Tabel 3: Analisis ANOVA pada pengaruh konsentrasi natrium alginat dan kontak waktu enkapsulasi terhadap pemakaian ion Ca^{2+} .

Keterangan: db kontak waktu enkapsulasi = $a-1 = 3-1 = 2$, db konsentrasi alginat = $b-1 = 3-1 = 2$, db kontak waktu enkapsulai* konsentrasi alginat = $(a-1)(b-1) = 2 \times 2 = 4$

Grafik 3 menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi natrium alginat maka ion Ca^{2+} yang terpakai dalam pembentukan kapsul juga meningkat. Hal tersebut juga dibuktikan dengan metode analisis ANOVA yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi alginat dari 2% ke 4% (b/v) berpengaruh terhadap pemakaian ion Ca^{2+} dengan sebesar 3,35. Hal ini disebabkan karena meningkatnya konsentrasi larutan alginat maka kemungkinan besar kandungan blok guluronat dalam larutan alginat semakin banyak sehingga pemakaian agen *crosslink* kalsium klorida yang terpakai dalam proses pembentukan matriks semakin tinggi. Semakin tinggi kandungan blok guluronat dalam larutan alginat dapat menyebabkan kebutuhan ion Ca^{2+} semakin banyak untuk berikatan silang dengan *egg-box model* poliguluronat untuk menghasilkan matriks yang fleksibel (Subaryono, dkk., 2010). Ketersediaan ion Ca^{2+} dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan proses pembentukan ikatan silang terjadi dalam jangka waktu yang sangat cepat. Pada waktu pembentukan kapsul dari 30 ke 40 menit tidak berpengaruh terhadap pemakaian ion Ca^{2+} dengan sebesar 3,35. Hal ini disebabkan karena ketersediaan ion Ca^{2+} dalam jumlah banyak sehingga pembentukan kompleks ikatan silang berlangsung dalam jangka waktu yang sangat cepat (Davarci dkk., 2017).

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi natrium alginat memiliki pengaruh nyata terhadap bentuk kapsul yang dihasilkan. Sedangkan waktu enkapsulasi tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan kapsul antioksidan yang dihasilkan.
2. Efisiensi enkapsulasi antioksidan yang diukur pada kapsul (beads) terbaik yang terdapat pada konsentrasi natrium alginat 4% dengan waktu kontak enkapsulasi 30, 35 dan 40 menit berturut-turut sebesar 6,97%; 6,53% dan 6,75%.

DAFTAR PUSTAKA

Arriola, N. D. A., Medeiros, P. M. D and Prudencio, E. S. (2016). *Encapsulation of aqueous leaf extract of Stevia rebaudiana Bertoni with sodium alginate and its impact on phenolic content*. 2212-4292/ Elsevier Ltd. All rights reserved.

- Basmal, J. B. S. B. Utom., Taswir., Murdinah., T. Wikanta., Marrakuranto dan R. Kusumawati. (2013). *Membuat Alginat Dari Rumput Laut Sargassum*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Kerjasama dengan Penebar Sawadaya, Jakarta. 92
- Davarci, F., Turan, D., Ozcelik, B and Poncelet, D. (2017). "The Influence Of Solution Viscosities and Surface Tension On Calciumalginate Microbead Formation Using Dripping Technique". *Food Hydrocolloids* Vol 62, Hal 119-127
- Husni, A., Subaryono, Y. P dan Tazwir, U. (2012). "Pengembangan Metode Ekstraksi Dari Rumput Laut *sargassum sp.* Sebagai Bahan Pengental. *Agitech*", Vol. 32: Hal 1-8
- Jayanudin, J., Rochmadi, R., Renaldi, M. K dan Pangihutan. P. (2017). "Pengaruh Bahan Penyalut Terhadap Efisiensi Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah". *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, Vol. 13, No. 2 , Hal. 275-287
- Malangngi, M., Meiske, S Dan Jessy, P. (2012). "Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill)". *Jurnal MIPA unsrat Online* **1**(1): Hal 5-10
- Palupi, N. W., Setiadi, P. K. J dan Yuwanti, S. (2014). "Enkapsulasi Cabai Merah dengan Teknik Coacervation Menggunakan Alginat yang Disubstitusi dengan Tapioka Terfotooksidasi". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3 (3)
- Park, K., Shalaby dan Park, H. (1993). *Biodegradable Hydrogel for Drug Delivery*. Lancaster: Technomic Publishing Co. Inc.
- Parwata, M. O. A. (2016). *Antioksidan*. Kimia Terapan Program Pascasarjana Universitas Udayana
- Pamungkas, T. A., Ridlo, A dan Sunaryo. (2013). "Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Alginat Rumput Laut *Sargassum sp.* *Jurnal of marine research*. Vol: 2, No 3, Hal 78-84
- Rasyid, A. (2003). "Algae Coklat (Phaeophyta) Sebagai Sumber Alginat". *Oseana*, Volume XXVIII, Nomor 1: Hal 33 - 38
- Resniati, M. D. (2018). "Potensi Rumput Laut Cokelat (*Sargassum Crassifolium*) Asal Pantai Tablolong Sebagai Penghasil Natrium Alginat Untuk Enkapsulasi Vitamin C". Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana: Kupang
- Rosahdi, T. D., Kusmiyati, M., dan Wijayanti, F.R. (2013). "Uji Aktivitas Daya Antioksidan Buah Rambutan Rapih dengan Metode Dpph". *Edisi Juli 2013 Volume VII No. 1, ISSN 1979-8911*
- Sobaryono., Peranginangin, R., Fardiaz, D dan Kusnandar, F. (2010). "Penentuan Gel Alginat yang Diekstraksi Dari *Sargassum filipendula* dan *Turbinaria decurrens* Menggunakan CaCO₃ dan *Glukono- lactone* (GDL)". *Jurnal Pascapanen dan Biologi, Kelautan dan Perikanan*. Vol, 5. No, 1
- Wukirsari, T. (2006). *Enkapsulasi Ibuprofen dengan Penyalut Alginat-Kitosan*. Bogor: Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor
- Zailanie, K., Susanto, T dan BW, S. (2001). "Ekstraksi Dan Pemurnian Alginat Dari *Sargassum Filipendula* Kajian Dari Bagian Tanaman, Lama Ekstraksi dan Konsentrasi Isopropanol". *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 2, NO. 1,: Hal 10-27