

Pemanfaatan Alga Coklat *Sargassum sp* pada Pembuatan Kemasan Air Mineral yang Dapat Dikonsumsi

Nurfatia Rizqia*¹, Susanti Rahayu², Nabila Thifalia Sahda³, Tulus Sukreni⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

e-mail: *¹nurfatia.rizqia18@mhs.ubharajaya.ac.id, ²susanti.rahayu18@mhs.ubharajaya.ac.id,

³nabila.thifalia.sahda18@mhs.ubharajaya.ac.id, ⁴tulus.sukreni@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstract

*Bottled mineral water has become a daily necessity for Indonesians for its practicality. The raw material used in mineral water packaging is plastic because the price is cheaper, and the characteristics of it are strong and lightweight when compared to other polymers. However, the plastic waste produced is difficult to be decomposed by microorganisms in the soil, causing environmental pollution. There have been many researches on the production of environmentally friendly plastic packaging. One of the raw materials used is alginate because it contains ester compounds which are the required for making biodegradable plastics. The alginate compound contained in seaweed is a polysaccharide obtained from the extraction of brown seaweed such as *Sargassum sp* which is found in Indonesian waters. Gel formation can be done by diffusion with the spherification method. This method is the simplest technique, where the gel is formed by diffusion of calcium ions into the alginate solution. The results showed that sodium alginate derived from seaweed can be used as a raw material in the production of mineral water packaging that can be consumed by using the spherification techniques. The packaging product which is shaped like a bubble is safe for consumption and is biodegradable.*

Keywords: *Brown Algae, Alginate, Biodegradable, Plastic, Spherification.*

Abstrak

Air mineral dalam kemasan telah menjadi kebutuhan sehari-hari bagi masyarakat Indonesia karena kepraktisannya. Bahan baku yang digunakan dalam kemasan air mineral

adalah plastik karena harganya yang lebih murah, dan karakteristiknya yang kuat dan ringan jika dibandingkan dengan polimer lainnya. Namun, sampah plastik yang dihasilkan sulit terurai oleh mikroorganisme di dalam tanah sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Sudah banyak penelitian mengenai produksi kemasan plastik ramah lingkungan. Salah satu bahan baku yang digunakan adalah alginat karena mengandung senyawa ester yang diperlukan untuk membuat plastik biodegradable. Senyawa alginat yang terkandung dalam rumput laut merupakan polisakarida yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut coklat seperti *Sargassum sp* yang terdapat di perairan Indonesia. Pembentukan gel dapat dilakukan dengan difusi dengan metode spherification. Metode ini adalah teknik paling sederhana, di mana gel dibentuk oleh difusi ion kalsium ke dalam larutan alginat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa natrium alginat yang berasal dari rumput laut dapat digunakan sebagai bahan baku dalam produksi kemasan air mineral yang dapat dikonsumsi dengan menggunakan teknik spherifikasi. Produk kemasan yang berbentuk seperti gelembung aman untuk dikonsumsi dan dapat terurai secara hayati.

Kata Kunci: *Ganggang Coklat, Alginat, Biodegradable, Plastik, Spherifikasi*

PENDAHULUAN

Air mineral dalam kemasan sudah menjadi kebutuhan sehari-hari masyarakat Indonesia karena kepraktisannya. Banyak perusahaan lokal di Indonesia yang memproduksi kemasan air mineral dengan berbagai macam bentuk dan ukuran. Bahan baku yang digunakan pada kemasan air mineral terbuat dari material plastik karena

harganya lebih murah jika dibandingkan dengan polimer lainnya. Selain itu, bahan baku plastik bersifat ringan, kuat, transparan, tahan air serta efisien (Rini et al., 2015).

Namun demikian, limbah plastik yang dihasilkan sulit terdekomposisi oleh mikroorganisme di dalam tanah sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran dan polusi. Plastik membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun agar dapat terurai dengan sempurna karena plastik bukan berasal dari senyawa biologis (Purwaningrum, 2016). Hal ini dapat menurunkan kualitas tanah dan dikhawatirkan dengan jumlah sampah plastik yang sudah banyak dan akan terus bertambah dapat mempertinggi pencemaran lingkungan (Purwaningrum, 2016).

Salah satu cara untuk mengurangi penggunaan plastik adalah dengan menggunakan kemasan plastik ramah lingkungan yang dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme. Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan adalah rumput laut jenis *Sargassum* sp yang bernilai ekonomis, yang tumbuh dan tersebar luas di perairan Indonesia (Kadi dan Atmadja, 1988). Rumput laut ini sangat potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai sumber alginat yang banyak dibutuhkan dalam industri pangan maupun non pangan (Indriani dan Sumarsih, 2003).

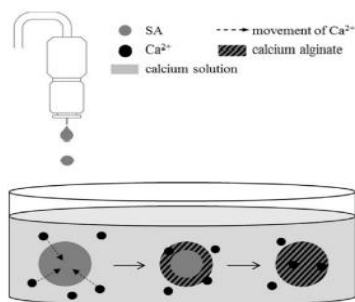
METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai pembuatan kemasan plastik yang ramah lingkungan sudah banyak dilakukan. Bahan baku yang digunakan antara lain pati ubi (Umi Muthiah & Saeful Imam, 2020)(Aripin et al., 2017), pati singkong (Natalia, Elza Veranita, 2019), kulit pisang (Meilina Rahayu Utami, 2014), kulit udang dan kulit ari singkong (Fachry & Sartika, 2012), Pati ubi kayu (Miftahul Jannah, Ratnawulan, 2014), polypropylenebekas dan pati sagu (maria, 2011) dan rumput laut (Yustinah et al., 2019)(Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, 2008). Metode yang dipakai antara lain *melt intercalation* yaitu teknik inversi fasa dengan penguapan pelarut setelah proses percetakan pada plat kaca. Metode ini berdasarkan pada prinsip termodinamika larutan (Umi Muthiah & Saeful Imam, 2020).

Penelitian telah dilakukan oleh (Auda Jabbar Braihi, Hanaa Jawad, 2020)(Lee & Rogers, 2012)(Gaikwad SA, Kulthe AA, 2019) menggunakan metode tehnik spherifikasi untuk menghasilkan lapisan gel. Penelitian sebelumnya menyatakan lapisan gel ini bisa dikembangkan dan dapat dijadikan sebagai wadah kemasan air mineral berbentuk gelembung air yang dapat dikonsumsi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini bersifat *food grade* sehingga aman untuk dikonsumsi (Lee & Rogers, 2012). Wadah tersebut dapat membungkus sejumlah air dalam lapisan gel yang terbuat dari rumput laut coklat melalui proses spherifikasi dengan penambahan kalsium klorida menggunakan parameter konsentrasi natrium alginat. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu kemasan plastik biodegradable karena dapat terdekomposisi (terurai) dalam waktu singkat dengan penguburan di tanah.

Spherifikasi termasuk ke dalam metode pembentukan gel secara difusi. Metode ini merupakan teknik yang paling sederhana, dimana pembentukan gel dilakukan oleh ion-ion kalsium melalui proses difusi ke dalam larutan alginat. Oleh karena proses difusi tersebut berlangsung lambat, maka cara seperti ini hanya efektif digunakan untuk membentuk lapisan gel yang tipis pada permukaan produk.

Terdapat dua jenis teknik spherifikasi yaitu spherifikasi dasar (*basic spherification*) dan spherifikasi terbalik (*reverse spherification*). Dalam spherifikasi dasar, larutan sodium alginat dituangkan ke dalam larutan kalsium, yang menyebabkan ion kalsium meresap ke dalam larutan sodium alginat dan lapisan kalsium alginat terbentuk. Sedangkan pada spherifikasi terbalik, larutan kalsium dituangkan kedalam sodium alginat, menyebabkan ion kalsium berdifusi dari larutan kalsium ke sodium alginat di sekitarnya dan lapisan luar kalsium alginat terbentuk (Lee & Rogers, 2012).



Gambar 1. Spherifikasi dasar (Fu-Hsuan Tsai, Po-Yuan Chiang, Yutaka Kitamura, Mito Kokawa, M. Z. I, 2017)

Gambar 1. Menunjukkan teknik spherifikasi dasar (*basic spherification*) yaitu dengan cara sodium alginat dituangkan kedalam larutan kalsium sehingga menyebabkan ion kalsium yang terkandung menjadi meresap ke dalam sodium alginat, dan lapisan gel kalsium alginat terbentuk. (Lee & Rogers, 2012).

Alginat digunakan sebagai bahan untuk produksi plastik biodegradable karena mengandung senyawa ester yang merupakan salah satu syarat untuk pembuatan plastik biodegradable (Dwiwahyu, *et al*, 2008). Beberapa metode ekstraksi alginat telah banyak dilakukan (Angga Sukma *et al.*, 2017), (Husni & , Subaryono , Yudi Pranoto, Tazwir, 2012), (Pamungkas & Ridlo, 2013), (M. A. Maharani & Widyayanti, 2010), (Octovianus SR Pasanda, 2018), (Danu Subagan *et al.*, 2020), (Sukma, A., Admadi, B. dan Arnata W., 2017). Pada beberapa kondisi, hasil ekstraksi belum optimal karena rendahnya viskositas yang dihasilkan dan tingginya biaya ekstraksi yang dikeluarkan (A. A. Maharani *et al.*, 2017).

Pengujian sifat biodegradabilitas bahan plastik dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme dan uji penguburan. Uji biodegradabilitas diperlukan untuk melihat sejauh mana kecepatan mikroorganisme dapat menguraikan plastik *biodegradable* ini sehingga aman terhadap lingkungan (Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, 2008). Pada pengujian sifat biodegradabilitas dengan uji penguburan di dalam tanah, kemasan air tersebut akan kehilangan integritas strukturalnya sehingga mudah terurai oleh mikroorganisme. Sehingga hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa produk tersebut dapat dikonsumsi dan tidak akan menimbulkan efek ekologis yang berbahaya bagi lingkungan

Pemanfaatan Alga Coklat *Sargassum sp....*

karena dapat terurai secara hayati dengan sempurna (Patel, A., *et.al.*, 2016).

Dilakukan uji biodegradasi dengan metode soil burial test (uji penguburan) yaitu dengan mengubur lapisan gel alginat biodegradable ke dalam pot yang berisi tanah dan diamati sampai lapisan gel tersebut hilang karena terdegradasi oleh mikroba (Tokiwa *et al.* 1994). Proses penguburan dilakukan selama dua minggu kemudian dilakukan pengamatan setiap satu minggu sekali sampai sampel mengalami degradasi secara sempurna atau lapisan gel hilang (Gontard dan Guilbert, 1992). Uji Penguburan ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu degradasi kimia dengan melalui proses oksidasi molekul sehingga menghasilkan lapisan gel dengan berat molekul rendah. Tahap kedua yaitu terjadinya kontak antara lapisan gel dengan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktifitas enzim (Latief, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumput laut yang hidup di perairan Indonesia sangat beragam sekitar 782 jenis, 134 di antaranya merupakan jenis rumput laut cokelat (Angga Sukma *et al.*, 2017). Salah satu jenis rumput laut berwarna coklat adalah *Sargassum sp* yang berbentuk seperti semak dan memiliki ukuran relatif besar. Tanaman ini tumbuh dan berkembang pada substrat dasar yang kuat (M. A. Maharani & Widyayanti, 2005). Rumput laut sebagai bagian terbesar dari tanaman laut merupakan salah satu sumber daya hayati laut Indonesia yang memiliki potensi cukup besar untuk dibudidayakan dan di manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri (Bahar *et al.*, 2013) (Winarno, *et al* 1990) mengingat pertumbuhannya yang cepat, jumlahnya melimpah serta kemampuannya yang baik dalam menyesuaikan terhadap perubahan musim (Husni *et.al*, 2012).

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kandungan rumput laut coklat sargassum sp

Parameter	Hasil (%)
Air	10.54±0.25
Abu	52.74±0.53
Protein	2.53±0.15
Lemak	0.79±0.04
Karbohidrat	23.77

(Gazali, M., Nurjanah and Zamani, N. P., 2018).

Tabel 1. Menunjukkan hasil pengujian komposisi rumput laut coklat sargassum sp diantaranya dengan penentuan kadar air untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pengaruh aktivitas mikroorganisme sehingga dapat diperkirakan cara penyimpanan terbaik bagi suatu bahan, kadar air yang diperoleh sebesar 10.54±0.25% (Gazali, M., Nurjanah and Zamani, N. P., 2018). Cara menentukan adanya mineral atau senyawa anorganik dalam suatu bahan yaitu dengan penentuan kadar abu. Semakin tinggi kadar abu maka kadungan mineral dalam suatu bahan semakin banyak. Kadar abu yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 52.74±0.53% (Nasruddin et al. 2016).

Rumput laut merupakan sumber protein, lemak dan karbohidrat. Protein terbentuk dari beberapa asam amino yang diikat oleh ikatan peptida, Asam amino ini yang menyebabkan kandungan protein dalam suatu bahan berbeda-beda. Kadar protein yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 2.53±0.15% (Ratana-arporn dan Chirapart, 2006). Lemak dapat berasal dari hewan dan tumbuhan yang biasa disebut dengan lemak hewani dan lemak nabati. Lemak nabati salah satunya terdapat pada rumput laut, Kadar lemak yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 0.79±0.04%. Salah satu penyusun karbohidrat yaitu polisakarida. Polisakarida yang terdapat pada rumput laut berkaitan dengan serat dalam suatu bahan, tingginya polisakarida menyebabkan tingginya serat yang dimiliki suatu bahan (Ma'ruf et al. 2013). Kadar karbohidrat yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 23.77%.

Rumput laut jenis *Sargassum* sp dapat menghasilkan alginat lebih banyak dibandingkan dengan jenis alga coklat yang lain sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable (Yunizal, 2004). Rumput laut ini juga telah dimanfaatkan sebagai bahan pengental (Husni & , Subaryono , Yudi Pranoto, Tazwir, 2012),

pembuatan natrium alginat (Octovianus SR Pasanda, 2018), adsorben (Bustami Ibrahim, Dadi R. Sukarsa, 2012), bioadsorben (Arief Firmansyah, Ardans Muhammad Riza, 2019), inhibitor (Bustami Ibrahim, Dadi R. Sukarsa, 2012), pembuatan plastik biodegradable (Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, 2008), dan antioksidan (Sri Sedjati, Suryono, Adi Santosa, Endang Supriyantini, 2017)(Adityo Prabowo, Siti Ari Budhiyanti, 2013).

Alginat merupakan salah satu hidrokoloid polisakarida yang banyak digunakan, antara lain dalam pengolahan pangan sebagai bahan pengental, pembentuk gel dan pelapis tipis film. Senyawa ini diekstraksi dari rumput laut cokelat dan terbentuk dari kopolimer tidak bercabang yang terdiri dari dua monomer yaitu 1,4 α -L-guluronic dan β -D-mannuronic acid (Rehm, 2009) (chrastil, 1991)(Octovianus SR Pasanda, 2018)(Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, 2008).



Gambar 2. Struktur senyawa alginat (Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, 2008)

Gambar 2. Menunjukkan struktur senyawa alginat yang terdapat pada rumput laut. Senyawa alginat yang terkandung dalam rumput laut merupakan suatu polisakarida yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut coklat seperti *Sargassum* sp yang banyak ditemukan di perairan Indonesia (Basmal dkk., 2002). Sodium alginat adalah biopolimer larut dalam air yang membentuk struktur gel dengan adanya kation divalen seperti kalsium dan zinc.

Pada industri pangan, alginat juga dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan kemasan *edible*, dikenal sebagai *edible coating* atau *edible film*, yang berfungsi untuk melindungi produk pangan. Kelebihan dari kemasan edible ini adalah kemasannya dapat langsung dimakan dan jika kemasannya dibuang akan ramah lingkungan karena mudah terurai di dalam tanah (Rehm,2009).

Pada penelitian (Lee & Rogers, 2012) dengan menggunakan natrium alginat, kalsium

klorida, kalsium laktat, dan kalsium glukonoat menunjukkan laju pembentukan gel paling tinggi untuk kalsium klorida dan paling lambat untuk kalsium glukonoat. Meskipun kinetika pembentukan gel dipengaruhi oleh sumber kalsium, kekuatan gel alginat yang terbentuk terhadap difusi kalsium memiliki ketahanan struktural heterogen. Kalsium klorida mencapai kekerasan maksimum setelah 100 detik, sedangkan kalsium laktat membutuhkan 500 detik dan kalsium glukonoat membutuhkan lebih dari 3000 detik. Untuk hasil yang cepat dan terbaik yaitu kalsium klorida dan menghasilkan rasa pahit yang dapat disamarkan, sedangkan untuk ketebalan / kekerasan lapisan gel kalsium glukonoat terbaik.

Konsentrasi natrium alginat dan waktu pembentukan gel berpengaruh terhadap sifat fisik yaitu diameter dan ketebalan lapisan gel. Pengaruh konsentrasi natrium alginat yang berbeda (1, 2, 3, 4, dan 5%, w / v) dan variasi waktu pembentuk gel (3, 6, 9, 12 menit) (Gaikwad SA, Kulthe AA, 2019). Ketebalan lapisan gel lapisan gel alginat meningkat secara signifikan ($p < 0,5$) dari 1,32 menjadi 1,78 cm, 1,43 hingga 1,89 cm, 1,47 menjadi 1,94 cm dan 1,54 menjadi 2,04 cm dengan peningkatan konsentrasi larutan natrium alginat (dari 1 menjadi 5%, b / v) dan waktu pembentuk gel (dari 3 hingga 12 menit). Telah diamati bahwa larutan alginat dituangkan ke dalam penangas kalsium klorida menghasilkan pembentukan lapisan gel di sekitar larutan alginat yang berlangsung sangat cepat. Lapisan gel terbentuk karena reaksi silang antara blok asam guluronat natrium alginat dan ion kalsium (Martinsen *et al.*, 1989).

Penelitian lain melakukan percobaan menggunakan parameter natrium alginat dengan kalsium klorida, natrium alginat dengan kalsium laktat, natrium alginat dengan kalsium glukonoat untuk mengetahui bahan mana yang terbaik untuk digunakan. Dalam percobaan penangas kalsium laktat dengan kelarutan (8 g / 100 ml) berkurang dibandingkan dengan kalsium klorida (75 g / 100 ml), namun tidak ada persepsi pahit. Dibandingkan dengan larutan kalsium klorida, lapisan gel alginat membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kekerasan maksimum. Setelah kira-kira 500 detik kekerasan tetap konstan. Sumber kalsium yang paling tidak larut adalah kalsium glukonoat (3 g / 100 ml).

Pemanfaatan Alga Coklat Sargassum sp....

Kekerasan tidak mencapai nilai maksimum (yaitu, kekerasan maksimum) sampai kira-kira 3000 detik (Lee & Rogers, 2012)(Gaikwad SA, Kulthe AA, 2019)



Gambar 3. Plastic biodegradable (Gaikwad SA, Kulthe AA, 2019)

Biodegradabilitas adalah kemampuan ketahanan suatu produk pada proses penguraian yang diakibatkan oleh mikroorganisme dan faktor kimia yang ada didalam tanah. Biodegradasi atau proses penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam tanah, mikroorganisme disini berperan untuk mengubah kandungan senyawa organik (C,S,N dan P) menjadi senyawa anorganik (Robertson 2013).

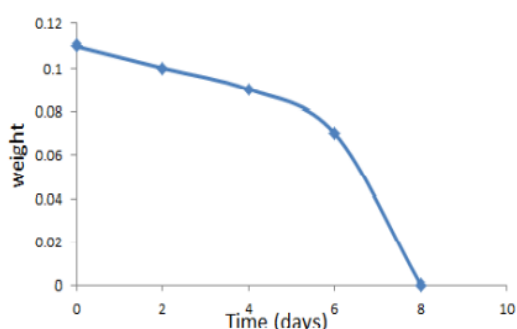
Dilakukan uji biodegradabilitas pada lapisan gel alginat dengan metode soil burial test dengan cara mengubur lapisan gel alginat biodegradable ke dalam pot yang berisi tanah dan diamati sampai lapisan gel tersebut hilang karena terdegradasi oleh mikroorganisme (Tokiwa *et al.* 1994). Proses penguburan dilakukan selama dua minggu kemudian dilakukan pengamatan setiap satu minggu sekali sampai lapisan gel alginat terdegradasi secara sempurna atau lapisan gel alginat didalam tanah hilang (Gontard dan Guilbert, 1992).

Pengujian biodegradabilitas yang dilakukan bertujuan agar dapat mengetahui tingkat ketahanan lapisan gel alginat biodegradable terhadap adanya pengaruh dari mikroorganisme pengurai, kelembapan tanah, suhu dan faktor fisikokimia yang terdapat pada tanah.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam uji biodegradabilitas yaitu jenis sampel, sifat, jenis mikroorganisme, kondisi lingkungan (inokulasi, kelembaban, suhu, nutrisi, pertumbuhan mikroorganisme, penurunan berat sel) dan sifat hidrofobik.

(Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, 2008).

Uji biodegradabilitas terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama yaitu degradasi kimia dengan melalui proses oksidasi molekul sehingga menghasilkan lapisan gel alginat yang memiliki berat molekul rendah. Tahap kedua yaitu terjadinya kontak antara lapisan gel alginat dengan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, alga dan aktifitas enzim didalam tanah (Latief, 2001). Hasil yang diperoleh menunjukkan lapisan gel alginat yang terbuat dari rumput laut coklat sargassum sp dapat dengan mudah terurai dalam tanah baik secara biologis maupun kimiawi.



Gambar 4. Grafik hubungan antara laju degradasi dengan waktu.

Pada Gambar 4. Menunjukkan hubungan antara waktu degradasi dengan berat laju degradasi pada lapisan gel. Telah diamati bahwa laju degradasi meningkat dengan bertambahnya waktu. Lapisan gel mulai mengalami penurunan berat setelah 2 hari penguburan dengan kecepatan 9,09% dan menurun secara bertahap seiring bertambahnya waktu dengan perubahan bentuk yang terlihat dibandingkan dengan keadaan awal dan setelah 8 hari rata-rata penurunan berat badan adalah 100%. Saat mikroorganisme menyerang, lapisan gel ini kehilangan integritas strukturalnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa lapisan gel ini tidak akan menimbulkan efek ekologis yang berbahaya. sehingga wadah kemasan air mineral yang dapat dikonsumsi ini sepenuhnya dapat terdekomposisi (terurai) dengan baik didalam tanah (A. Patel, T. Panchal, M. Thomas, A. Gupte, 2016).

Pengembangan dari penelitian ini masih bersifat continue dan perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai keamanan dan kebersihan pada kemasan sehingga dapat meyakinkan masyarakat dalam

mengembangkan kemasan alternatif ini. Perlu adanya dukungan dari pemerintah untuk masyarakat dan industri agar mulai beralih dari penggunaan plastik ke bahan-bahan alternatif lainnya agar dapat mengurangi limbah yang dapat mencemari lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggantian botol plastik sebagai kemasan minuman dengan wadah yang *biodegradable* merupakan salah satu solusi alternatif yang cukup efektif dan ramah lingkungan. Wadah air yang berbentuk seperti gelembung terbuat dari gel natrium alginat yang berasal dari rumput laut sehingga aman untuk dikonsumsi dan limbahnya dapat terdekomposisi dengan baik didalam tanah.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa natrium alginat dan kalsium klorida dapat digunakan untuk pembuatan kemasan air mineral yang dapat dikonsumsi dengan menggunakan teknik sferifikasi. Sifat fisik wadah kemasan air mineral yang terbuat dari alga yaitu diameter dan ketebalan gel wadah dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi natrium alginat dan waktu pembentuk gel. Karakteristik pembentuk gel terbaik pada kemasan air mineral dengan 3% natrium alginat dan waktu pembentuk gel 6 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Patel, T. Panchal, M. Thomas, A. Gupte, J.Patel.(2016). Preparation and characterization of Biodegradable Packaging Film Using Groundnut Protein Isolate. *24th European Biomass Conference and Exhibition, Amsterdam, The Netherlands*.
- Adityo Prabowo, Siti Ari Budhiyanti, A. H. (2013) 'Ekstrak Sargassum Sp. sebagai Antioksidan dalam Sistem Emulsi Minyak Ikan Selama Penyimpanan pada Suhu Kamar', *JPB Perikanan*, 8(1), pp. 143–150. Available at: file:///C:/Users/Maya Puspita/Downloads/58-108-1-SM (1).pdf.
- Angga Sukma, I., Admadi Harsojuwono, B. and Arnata., I. (2017) 'Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Mutu Alginat Dari Rumput Laut Hijau Sargassum Sp', *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(1), pp. 71–80.
- Arief Firmansyah, Ardans Muhammad Riza, M. (2019) 'Pemanfaatan Alga Cokelat

- (Sargassum sp) sebagai Bioadsorben dalam Proses Penyerapan Logam Fe pada Air Sumur UPN “Veteran” Yogyakarta’, (April), pp. 1–6.
- Aripin, S. *et al.* (2017) ‘Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation’, *Jurnal Teknik Mesin*, 06(2), pp. 79–84.
- Auda Jabbar Braihi, Hanaa Jawad, A. R. (2020) ‘Eatable Water Bubbles Via Sodium Alginate And Calcium Chloride By Simple Chemical Reaction Method’, 83(March-April 2020), pp. 22075–22081.
- Basmal, J., Wikanta, T. dan Tazwir (2002). Pengaruh kombinasi perlakuan kalium hidroksida dan natrium karbonat dalam ekstraksi natrium alginat terhadap kualitas produk yang dihasilkan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 8: 45-52.
- Bahar, R., Arief, A., & Sukriadi. (2013). Daya Hambat Ekstrak Na-Alginat dari Alga Coklat Jenis Sargassum Sp. terhadap Proses Pematangan Buah Mangga dan Buah Jeruk. *Repositori Universitas Hasanuddin*.
- Bustami Ibrahim, Dadi R. Sukarsa, L. A. (2012) ‘Pemanfaatan Rumput Laut Sargassum Sp. Sebagai Adsorben Limbah Cair Industri Rumah Tangga Perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* , 15, pp. 52–58.
- Chrastil, J., 1991. Gelation of calcium alginate. influence of rice starch or rice flour on the gelation kinetics and on the final gel structure. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 39, 874-876
- Danu Subagan, K. N. G., Suhendra, L. and Wartini, N. M. (2020) ‘Karakteristik Bubuk Alginat dari Alga Coklat Sargassum sp. pada Perlakuan Waktu dan Suhu Maserasi’, *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(1), p. 105. doi: 10.24843/jrma.2020.v08.i01.p11.
- Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, E. R. (2008) Pemanfaatan Alginat Dari Alga Coklat (Sargassum Sp) untuk Produksi Plastik yang Biodegradable. *Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*. 3(1)
- Fachry, A. R. and Sartika, A. (2012) ‘Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Dan Limbah Kulit Ari Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Pemanfaatan Alga Coklat Sargassum sp... Biodegradable’, *Jurnal Teknik Kimia*, 18(3), pp. 1–9.
- Fu-Hsuan Tsai, Po-Yuan Chiang, Yutaka Kitamura, Mito Kokawa, M. Z. I. (2017) ‘Producing liquid-core hydrogel beads by reverse spherification: Effect of secondary gelation on physical properties and release characteristics’, *Food Hydrocolloids*, 62, pp. 140–148. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.07.002.
- Gaikwad SA, Kulthe AA, S. T. (2019) ‘Characterization of flavoured sweet water balls prepared by basic spherification technique’, *International Journal of Chemical Studies*, 7(1), pp. 1714–1718. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/330909638>.
- Gazali, M., Nurjanah and Zamani, N. P. (2018) ‘Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Cokelat Sargassum sp. Agardh sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh’, *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), p. 167. doi: 10.17844/jphpi.v21i1.21543.
- Gontard, N., dan S. Guilbert. 1992. Bio Packaging : Tecnology and Properties of Edible Biodegradable Material of Agricultural Origin. Food Packaging a Preservation. The Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland. 30 Hlm.
- Husni, A. and Subaryono, Yudi Pranoto, Tazwir, U. (2012) ‘Pengembangan Metode Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Sargassum Sp. sebagai Bahan Pengental (Development Of Alginate Extraction Method From Sargassum Sp. As Thickening)’, *Agritech*, 32(1), pp. 1–1. doi: 10.22146/agritech.9649.
- Indriani, H., dan Sumarsih, E., (2003), *Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut, Penebar Swadaya*, Jakarta.
- Kadi, A., dan Atmadja, W.S., (1988), *Rumput Laut Jenis Algae: Reproduksi, Produksi, Budidaya, dan Pasca Panen, Puslitbang Oseanografi-LIPI*, Jakarta.
- Latief, R. (2001). *Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana*. IPB. Bogor.
- Lee, P. and Rogers, M. A. (2012) ‘Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate’, *International Journal of*

- Gastronomy and Food Science*, 1(2), pp. 96–100. doi: 10.1016/j.ijgfs.2013.06.003.
- Maharani, A. A., Husni, A. and Ekantari, N. (2017) 'Karakteristik Natrium Alginat Rumput Laut Cokelat Sargassum fluitans Dengan Metode Ekstraksi Yang Berbeda', *Jphpi*, 20(3), pp. 478–487.
- Maharani, M. A. and Widyayanti, R. (2005) 'Pembuatan Alginat dari Rumput Laut untuk Menghasilkan Produk dengan Rendaman dan Viskositas Tinggi', *Jurnal Teknik Kimia, Universitas Diponegoro*, pp. 2–6.
- Maria, Elvi hutagalung. (2011) .*Pengaruh Penambahan Gula Jagung Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Plastik Campuran Polypropylene Bekas dan Pati Sagu.Padang* :Universitas Andalas.
- Martinsen A, Skjak Braek G, Smidsrod O. (1989). Alginate as immobilization material: I. Correlation between chemical and physical properties of alginate beads. *Biotechnology and Bioengineering*. 33:79-89.
- Ma'ruf WF, Ratna I, Eko ND, Eko S, UlfahA. 2013. Profil rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Gracilaria verrucosa* sebagai edible food. *Jurnal Saintek Perikanan*. 9(1): 68-74.
- Meilina Rahayu Utami, L. dan N. W. (2014) 'Sintesis Plastik Biodegradable dari Kulit Pisang Dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol', *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, 3(2).
- Miftahul Jannah, Ratnawulan, G. (2014) 'Analisis Penambahan Gula Jagung Terhadap Karakteristik dan Degradasi Plastik Biodegradable Air Pati Ubi Kayu (manihot utilisissima)', *Pillar of Physics*, 1(April), pp. 81–88.
- Nasruddin, Asikin AN, Kusumaningrum I. 2016. Pengaruh konsentrasi KOH terhadap karakteristik karagenan dari *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. 21(2): 55-63.
- Natalia, Elza Veranita, M. (2019) 'PEMBUATAN Plastik Biodegradable Dari Pati Singkong dan Kitosan', *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 6(1), p. 20. doi: 10.34128/jtai.v6i1.83.
- Octovianus SR Pasanda, A. A. (2018) 'Pemanfaatan Alga Coklat (Sargassum Sp) melalui Metode Konvensional Menghasilkan Natrium Alginat', *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 0(0), pp. 348–352.
- Pamungkas, T. A. and Ridlo, A. (2013) 'Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Natrium Alginat Rumput Laut Sargassum sp.', *Journal of Marine Research*, 2(3), pp. 78–84. doi: 10.14710/jmr.v2i3.3135.
- Patel, A., Panchal, T., Thomas, M., Gupte, A. & Patel, J.(2016). Preparation and Characterization of Biodegradable Packaging Film Using Groundnut Protein Isolate. 24th European Biomass Conference and Exhibition, Amsterdam, The Netherlands.
- Purwaningrum, P. (2016) 'Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan', *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), p. 141. doi: 10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421.
- Kholidah, N., Faizal, M., Said, M. (2018). Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al₂O₃ as Catalyst. *Science & Technology Indonesia*, 3, 1- 6
- Ratana-arporn P, Chirapart A. 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal of Natural Science*. 40: 75-83.
- Rehm, B.H.A. (2009). *Alginates: biology and applications*, Springer-Verlag.
- Rini, F. A., Katili, P. B. and Umami, N. (2015) 'Penerapan Good Manufacturing Practices untuk Pemenuhan Manajemen Mutu pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan (Studi Kasus di PT. XYZ)', *Jurnal Teknik Industri Untirta*, pp. 1–6.
- Robertson GL. 2013. *Food packaging: principles and practice*. French (FR): Boca Raton, FL: Taylor & Francis.
- Sri Sedjati, Suryono, Adi Santosa, Endang Supriyantini, A. R. (2017) 'Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Senyawa Fenolik Makroalga Coklat Sargassum sp', 20(November), pp. 117–123.
- Sukma, A., Admadi, B. dan Arnata W., 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Mutu Alginat dari Rumput Laut Hijau Sargassum sp. *Jurnal Rekayasa dan*

- Manajemen Agroindustri. Vol 5 no.1. Hal 71-80
- Tokiwa Y, Ando T, Suzuki T. 1994. Degradation of polycaprolactone by fungus. *Journal of Fermentation Technology*.54: 603-608
- Umi Muthiah, R. N. and Saeful Imam (2020) 'Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol Dan Aloe Vera pada Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Ubi terhadap Sifat Mekanik dan Antimikroba', *Journal Printing and Packaging Technology*. 1(1), pp. 93–104.
- Winarno, F.G. (1990). *Kimia Pangan Dan Gizi*. PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.
- Yunizal. (2004). *Teknologi Pengolahan Alginat*. Jakarta (ID): Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- Yustinah, Noviyanti, S., Hasyim, U. H., & A B, S. (2019). Pengaruh Penambahan Kitosan Dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Rumput Laut *Gracilaria sp* dengan Pemplastik Sorbitol. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–6.

Nurfatia Rizqia, Susanti Rahayu, Nabila Thifalia Sahda, Tulus Sukreni

Submitted: **24/01/2022**; Revised: **24/04/2022**; Accepted: **28/04/2022**; Published: **30/04/2022**