

PEMBUATAN *EDIBLE STRAW* DENGAN MEMANFAATKAN *WATER RESISTANT SODIUM ALGINATE*

Development of Edible Straws Utilizing Water-Resistant Sodium Alginate

Moh. Iwangga Kalih Syah Putra¹⁾, Azwin Apriandi^{1*)}, Sri Novalina Amriza¹⁾

¹⁾Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, 29115, Indonesia

*korespondensi: azwinapriandi@gmail.com

Diterima 6 Februari 2023, Disetujui 23 Maret 2023

ABSTRACT

*The current global production of plastic is very high and majority of this plastic waste is not recycled or incinerated, thus creating environmental problems. As an alternative, alginate, a stable polymer, can be used as an environmentally friendly material. The aim of this research is to evaluate the potential of alginate as a plastic replacement through testing of natural degradation, water solubility, and in vitro gastric acid results on edible straw made from it. The most significant result was found in the natural degradation test, which is the higher the concentration of *E.cottonii* in the edible straw, the more fragile the straw will be produced. The other two tests did not show significant results.*

Keywords: *alginate, edible straw, calcium alginate, spherification*

ABSTRAK

Produksi plastik di dunia saat ini sangat besar dan sebagian besar limbah plastik tidak didaur ulang atau dibakar, sehingga menimbulkan masalah lingkungan. Sebagai alternatif, alginat, sebuah polimer yang stabil, dapat digunakan sebagai bahan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi potensi alginat sebagai pengganti plastik melalui pengujian degradasi alami, tingkat kelarutan air, dan hasil *in vitro* asam lambung pada *edible straw* yang dibuat. Hasil yang paling signifikan ditemukan pada pengujian degradasi alami, yaitu semakin tinggi kandungan *E.cottonii* dalam *edible straw*, maka *straw* yang dihasilkan akan semakin lemah. Kedua pengujian lainnya tidak menunjukkan hasil yang signifikan.

Kata kunci: alginat, edible straw, kalsium alginat, sferifikasi

PENDAHULUAN

Pencemaran plastik merupakan masalah global yang menyebabkan dampak negatif pada lingkungan laut, sistem endokrin manusia dan margasatwa, serta polusi udara (Haward, 2018; Gall dan Thompson, 2015). Pembuatan dan pembuangan plastik yang tidak tepat menyebabkan banyak limbah plastik yang dibuang ke lingkungan. Daur ulang plastik dan bahan alternatif dapat menjadi solusi untuk mengurangi dampak limbah plastik (North dan Halden, 2013; Thompson *et al.*, 2009). *Edible straw* yang dapat dimakan, ramah lingkungan, dan mudah terurai merupakan contoh dari solusi tersebut. Alginat merupakan polimer yang

dapat diubah menjadi *water resistant sodium alginate* (Ca-Alginat) (Rhim, 2004) sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar *edible straw*. Jika *edible straw* dapat menggantikan sedotan plastik, hal ini akan berdampak positif terhadap lingkungan khususnya di Indonesia yang merupakan salah satu penghasil limbah plastik terbesar di dunia (Lebreton *et al.*, 2017).

Natrium alginat, sebuah polisakarida alami yang umum diperoleh dari rumput laut *sargassum sp*, telah menunjukkan potensi sebagai bahan baku alternatif untuk produksi plastik *biodegradable*. Kalsium alginat, yang diperoleh melalui proses substitusi ion kalsium pada natrium alginat, telah ditunjukkan dapat memperkuat struktur

polimer dan meningkatkan sifat mekanik plastik yang dihasilkan (Rhim, 2004).

Studi yang dilakukan oleh Rhim (2004) telah menunjukkan bahwa kalsium alginat memiliki sifat yang lebih stabil dibanding natrium alginat, yang dapat memperpanjang masa simpan produk yang dihasilkan. Selain itu, kalsium alginat juga memiliki sifat yang lebih baik dalam menahan air, yang dapat membantu meningkatkan sifat mekanik plastik yang dihasilkan (Rhim, 2004).

Edible straw adalah alternatif dari straw plastik yang dapat dikonsumsi dan tidak merusak lingkungan. A'yun et al., (2021) menyatakan bahwa kriteria utama dari edible straw adalah tahan terhadap air saat digunakan, *biodegradable*, dan *edible*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan mulai bulan Juni 2020 hingga Desember 2022 di Laboratorium *Marine Product*, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini, digunakan peralatan seperti *acrylic rod* dengan diameter 5 mm dan 8 mm, gelas ukur 100 mL, toples, panci, kompor, timbangan digital, sendok, mangkuk, blender, dan thermometer. Perbedaan ukuran *acrylic rod* pada penelitian ini memiliki dua tujuan yaitu pencetakan menggunakan ukuran 8 mm, dan pengeringan menggunakan 5 mm.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, gliserol, Na-alginat, *E. cottonii* (telah dihaluskan), pewarna makanan, dan CaCl_2 (5%). *E. cottonii* digunakan sebagai bahan pengisi, sedangkan Na-alginat digunakan sebagai bahan utama yang akan dimodifikasi strukturnya menjadi Ca-alginat. Gliserol digunakan sebagai *plasticizer*, CaCl_2 digunakan sebagai larutan imersi, dan pewarna makanan digunakan untuk memberi warna pada produk yang dihasilkan.

Metode Penelitian

Secara keseluruhan, pembuatan *edible straw* ini menggunakan kombinasi beberapa bahan yang aman untuk dikonsumsi dan ramah lingkungan. Pembuatan *edible straw*

ini menggunakan kombinasi beberapa bahan yaitu gliserin, *E. cottonii*, air, pewarna makanan dan Na-Alginat.

Tabel 1. Formulasi *Edible Straw*

Bahan	Perlakuan			
	F0 (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
<i>E. cottonii</i>	0	10	20	30
Gliserin	2	2	2	2
Air	89,9	79,9	69,9	59,9
Pewarna makanan	0,1	0,1	0,1	0,1
Na-Alginat	4	4	4	4
Total	100	100	100	100

Uji Kelarutan Air

Pengujian kelarutan *edible straw* metode Hiskia Achmad (2001), dilakukan melalui metode perendaman selama 24 jam, yaitu sampel *edible straw* direndam dalam air. Setelah perendaman, luas permukaan *edible straw* diukur menggunakan alat ukur yang sesuai, pada penelitian ini digunakan website *sketchandcalc.com*.

Hasil pengukuran luas permukaan ini dapat digunakan sebagai indikator kelarutan *edible straw* dalam air, dimana semakin kecil luas permukaan sampel, semakin tinggi tingkat kelarutan dalam air.

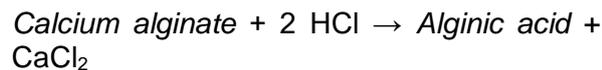
Uji Degradasi

Uji degradasi alam metode Subowo dan Pujiastuti (2003) merupakan cara untuk mengevaluasi tingkat penurunan kualitas suatu bahan akibat pengaruh lingkungan alami seperti sinar matahari, air, dan udara (Slezak et al., 2023). Pada penelitian ini, sampel dibiarkan di ruangan terbuka di atas permukaan tanah tanpa kontrol terhadap parameter lingkungan seperti sinar matahari, air, atau udara. Observasi dilakukan untuk mengetahui tingkat degradasi yang terjadi pada bahan uji. Hasil dari Uji Degradasi Alam ini dapat digunakan untuk menentukan kemampuan bahan edible straws dalam menahan pengaruh lingkungan alami. Hasil akhir dari pengujian ini adalah pengurangan luas permukaan pada *edible straw*.

Uji In Vitro Gastro Acid

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode Kong & Singh (2008) untuk mensimulasikan asam lambung dengan menggunakan 0,1N HCl.

Berdasarkan hasil penelitian Qin *et al.* (2006), diketahui bahwa kalsium alginat dapat diubah menjadi asam alginat melalui proses penambahan asam, seperti HCl, yang menyebabkan terjadinya pemisahan ikatan kalsium dan asam alginat. Reaksi tersebut menyebabkan terjadinya reaksi *reverse*, yaitu mengembalikan kalsium alginat menjadi asam alginat. Menurut Qin *et al.*, (2006) reaksi antara kalsium alginat dan asam klorida adalah sebagai berikut:



Pengukuran Luas Permukaan

Hasil dari ketiga pengujian adalah pengurangan luas permukaan. Bilangan hasil kalkulasi akan dinyatakan dalam bilangan persentase negatif jika terdapat pengurangan luas permukaan. Perhitungan luas permukaan dibantu dengan website *sketchandcalc.com* yang dapat membantu menghitung luas permukaan tidak beraturan. Rumus pengurangan luas permukaan dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\text{Pengurangan LP (\%)} = \frac{\text{LP awal} - \text{LP akhir}}{\text{LP awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

LP : Luas Permukaan

Prosedur Kerja

Tahapan dalam penelitian ini meliputi preparasi, pembuatan adonan edible straw, pembuatan larutan imersi, pencetakan edible straw, dan pengeringan edible straw. Tahapan yang dilakukan dalam pembuatan *edible straw* ini terdiri atas 4:

1. Pembuatan adonan dilakukan dengan mencampur bahan-bahan seperti *E. cottonii*, air, alginat, dan gliserin, lalu dihomogenisasi dan dipanaskan 70°C.
2. Pembuatan larutan imersi 5% dilakukan dengan pelarutan CaCl₂ ke dalam air.
3. Pencetakan *edible straw* dilakukan dengan pencelupan *acrylic rod* 8 mm ke dalam adonan, kemudian pencelupan adonan ke dalam larutan imersi, dan pembilasan dengan air.

4. Pengeringan dilakukan dengan pemasangan *edible straw* basah *rod* 5mm kemudian dijemur selama 24 jam dan dicabut dari cetaknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Edible straw yang dihasilkan efektifitasnya diuji menggunakan tiga pengujian. Uji kelarutan digunakan untuk mengetahui seberapa cepat *edible straw* dapat larut dalam air dengan merendam sedotan di dalam air selama 24 jam. Uji degradasi alam digunakan untuk mengetahui seberapa cepat *edible straw* dapat diuraikan oleh mikroorganisme di lingkungan alam dengan menempatkan sampel pada tanah selama 2 minggu. Uji *gastro acid* digunakan untuk mengetahui seberapa tahan *edible straw* terhadap asam lambung tiruan (HCl 0,1N) selama 5 jam. Hasil pengujian secara berturut-turut dijelaskan di bawah ini.

Tabel 2. Persentase pengurangan luas permukaan *edible straw* terhadap air

Ulangan	Perlakuan			
	F0	F1	F2	F3
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
3	0%	0%	0%	0%
Rata-rata	0%±0	0%±0	0%±0	0%±0

Hasil uji kelarutan pada sampel *edible straw* menunjukkan bahwa sampel tidak mengalami pengurangan luas permukaan. Hal ini karena kalsium alginat yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan *edible straw* bersifat tidak larut dalam air dan tidak mengalami pengurangan luas permukaan saat diuji kelarutan air. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kalsium alginat adalah suatu polimer yang stabil dan tidak larut dalam air (Rhim, 2004). Kestabilan dari kalsium alginat mengacu pada kemampuannya untuk mempertahankan sifat fisiknya dalam waktu yang lama (Rhim, 2004).

Sedotan minuman yang baik harus tahan terhadap air dan terbuat dari bahan aman untuk digunakan sebagai alat makan (Yavagal *et al.*, 2020). Hal ini penting agar tidak merusak rasa minuman dan aman untuk dikonsumsi.

Lain halnya pada hasil uji degradasi alam. Hasil uji degradasi alam menunjukkan variasi data berdasarkan pengurangan luas

permukaan akibat degradasi yang terjadi selama 14 hari di alam. Data tersaji dalam tabel berikut ini.

Tabel 3. Persentase pengurangan luas permukaan *edible straw* karena degradasi alam

Ulangan	Perlakuan			
	F0	F1	F2	F3
1	-0,01%	-7,33%	-17,51%	-22,81%
2	0%	-9,42%	-17,65%	-20,73%
3	0%	-8,35%	-18,57%	-27,54%
Rata-rata	-0%±0	-8,36%±0,01	-17,91%±0,01	-23,69%±0,03

Hasil uji degradasi alam menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan *E.cottonii* dalam kalsium alginat, maka *edible straw* yang dihasilkan juga akan semakin lemah. Hal ini dapat dilihat dari pengujian degradasi alam yang menunjukkan bahwa persentase kehilangan luas permukaan pada *edible straw* semakin tinggi seiring peningkatan kandungan *E.cottonii*. Hal ini disebabkan karena jika kandungan *E.cottonii* terlalu tinggi, maka daya serap air pada *straw* akan meningkat sehingga menyebabkan *edible straw* mudah lembab dan hancur. Pada formulasi F0, tidak terjadi pengurangan luas permukaan selama 14 hari karena tidak adanya zat pengisi yang mampu mengurangi stabilitas kalsium alginat. Namun menurut Pang et al. (2018), kalsium alginat dapat didegradasi melalui proses elektrokimia yang terkendali.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi kalsium alginat yang dihasilkan dari *cross-link* kalsium klorida dan natrium alginat memiliki sifat *water resistant* yang baik, dengan tingkat *water absorption* yang rendah. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Li et al, (2018) yang menemukan hal yang sama. Selain itu, komposisi ini juga menunjukkan sifat *biodegradable* yang baik, dengan tingkat degradasi yang lebih cepat dibandingkan dengan plastik. Penambahan *E.cottonii* sebagai zat pengisi pada penelitian ini juga meningkatkan ketidakstabilan struktur Ca-Alginat, sehingga lebih mudah terdegradasi.

Pada penelitian *in vitro* yang dilakukan menggunakan simulasi asam lambung (HCL 0,1N), hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel *edible straw* tidak mengalami perubahan luas permukaan secara keseluruhan. Namun, peneliti dapat mengamati perubahan pada lapisan permukaan sampel secara visual. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun tidak terjadi

pengurangan luas permukaan, perubahan lapisan pada sampel tersebut dapat terjadi akibat interaksi dengan asam lambung.

Tabel 4. Persentase pengurangan luas permukaan *edible straw* terhadap HCL 0,1N

Ulangan	Perlakuan			
	F0	F1	F2	F3
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
3	0%	0%	0%	0%
Rata-rata	0%±0	0%±0	0%±0	0%±0

Uji *in vitro* adalah uji yang dilakukan pada sel, jaringan, atau sistem biologi yang diambil dari organisme hidup dan diperiksa di luar tubuh (dalam wadah laboratorium). Uji *in vitro* juga dapat dilakukan dengan mensimulasikan keadaan organ yang akan diuji.

Pada hasil uji *in vitro* asam lambung, sampel tidak mengalami pengurangan luas permukaan. Keutuhan permukaan sedotan disebabkan oleh reaksi antara HCl 0,1N dan kalsium alginat yang mencapai keseimbangan serta sifat asam alginat yang tidak larut dalam air (Qin et al., 2006). Untuk menghancurkan *edible straw* dalam uji *in vitro*, perlu adanya faktor tambahan seperti gerakan mekanis lambung, simulasi pra-lambung, dan proses enzimatik lainnya. Penelitian ini menunjukkan keselarasan dengan penelitian Qin et al., (2006) yang menggunakan HCl 0,1N sebagai reagen untuk memisahkan kalsium dari kalsium alginat.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa *edible straw* dari kalsium alginat stabil dalam waktu lama karena tidak larut dalam air dan tidak mengalami pengurangan luas permukaan saat diuji kelarutan air serta asam lambung. Namun, semakin tinggi kandungan

E.cottonii dalam *edible straw*, maka *edible straw* akan semakin lemah. Namun, jika tidak ada zat pengisi, *edible straw* akan stabil dan tidak mudah terdegradasi. Dari hasil uji, formula terbaik terdapat pada F1 dengan pertimbangan kemampuannya terdegradasi, dan penyerapan air yang lebih minim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, dan keberanian kepada saya dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan moral dan finansial serta menyemangati saya dalam mengejar cita-cita.
3. Dewan pembimbing, penguji, dan jajarannya dosen Teknologi Hasil Perikanan yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat berharga dalam proses penelitian ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan kerjasama yang sangat baik selama proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, S. N., Triastuti, J., & Saputra, E. (2021). Edible straw formulation from caragenant and gelatin as a solution in reducing plastic waste. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 718, Issue 1, p. 012007). *IOP Publishing*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012007>
- Achmad, Hiskia. 2001. Kimia Unsur dan Radio kimia. Bandung : PT. Citra Aditya Bakti.
- Gall, S. , Thompson, R. , 2015. The impact of debris on marine life. *Mar. Pollut. Bull.* 92 (1-2), 170-179 <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Haward, M. , 2018. Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. *Nat. Commun.* 9 (1), 667. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03104-3>
- Kong, F., Singh, R. P. 2008, A model Stomach Syste to Investigate Disintegration Kinetics Of Solid Foods During Gastric Digestion. *Journal Of Food Science*. Vol. 73. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00745.x>
- Lebreton, L. C. M., van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. In Nature Communications (Vol. 8, Issue 1). *Springer Science and Business Media LLC*. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Li, J., Ma, J., Chen, S., He, J., & Huang, Y. (2018). Characterization of calcium alginate/ deacetylated konjac glucomannan blend films prepared by Ca 2+ crosslinking and deacetylation. *Food Hydrocolloids*, 82, 363-369. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.04.022>
- North, E.J. , Halden, R.U. , 2013. Plastics and environmental health: the road ahead. *Rev. Environ. Health* 28 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1515/reveh-2012-0030>
- Pang, Y., Xi, F., Luo, J., Liu, G., Guo, T., & Zhang, C. (2018). An alginate film-based degradable triboelectric nanogenerator. *RSC Advances*, 8(12), 6719-6726. <https://doi.org/10.1039/C7RA13294H>

- Qin, Y., Hu, H., & Luo, A. (2006). The conversion of calcium alginate fibers into alginic acid fibers and sodium alginate fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 101(6), 4216-4221.
<https://doi.org/10.1002/app.24524>
- Rhim, J., W. 2004. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. *Journal Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37 (2004) 323-330.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2003.09.008>
- Slezak, R., Krzystek, L., Puchalski, M., Krucińska, I., & Sitarski, A. (2023). Degradation of bio-based film plastics in soil under natural conditions. *In Science of The Total Environment* (Vol. 866, p. 161401).
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161401>
- Subowo, W. S dan Pujiastuti, S. 2003. Plastik yang terdegradasi secara alami atau biodegradeable terbuat dari LDPE dan pati jagung terlapis, *proceeding simposium nasional polimer IV, bandung, pusat penelitian informatika - LIPI*, PP.203-208.
- Thompson, R.C. , Moore, C.J. , Vom Saal, F.S. , Swan, S.H. , 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci.* 364 (1526): 2153-2166.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>