

Utilization of brown algae (*Sargassum Sp*) as dental impression material

Pemanfaatan alga cokelat (*Sargassum Sp*) sebagai bahan cetak kedokteran gigi

¹Baharuddin M. Ranggang, ²Muhammad Ihsan, ²Wd. Hikmah Noor Shafar Nafiu, ²Aulia Anindita Ainayyah, ²Mohammad Resky Asri Putra, ²Rezky Ayu Pratiwi, ²Nurul Aulia Azti Azis

¹Departement of Orthodontics

²Clinical Dental Student

Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Makassar, Indonesia

Corresponding author: **Baharuddin M. Ranggang**, E-mail: baharfkguh@gmail.com

ABSTRACT

Two-thirds of Indonesia's territory is mostly waters. The United Nations Convention on the Law of the Sea in 1982 stated that the area of Indonesian waters is 5.8 million km² and there are 27.2% of all flora and fauna species. Algae is one of the most abundant biological resources in Indonesian waters, which is about 8.6%. In Indonesian waters, there are about 28 species of brown algae from six genera including *Dyctyota*, *Padina*, *Hormophysa*, *Sargassum*, *Turbinaria* and *Hydroclathrus*. Brown algae have a large alginic content in their cell walls, approximately 40% of their dry weight. The alginic contained in brown algae can be used in industrial fields, such as the dental impression material industry. The main active ingredients in the manufacture of irreversible hydrocolloid impression materials are sodium alginic, potassium alginic, and triethanolamine alginic. Sodium alginic and potassium alginic can be extracted from brown algae species such as *Sargassum sp*.

Keywords: brown algae, sargassum Sp, dental impression material

ABSTRAK

Dua pertiga wilayah Indonesia adalah air. *United Nation Convention on the Law of the Sea* pada tahun 1982 menyebutkan bahwa luas perairan Indonesia adalah 5,8 juta km² dan terdapat 27,2% dari seluruh spesies flora dan fauna. Alga merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia, yaitu sekitar 8,6%. Di perairan Indonesia terdapat sekitar 28 spesies alga coklat yang berasal dari enam genus, yaitu *Dyctyota*, *Padina*, *Hormophysa*, *Sargassum*, *Turbinaria* dan *Hydroclathrus*. Alga coklat memiliki kandungan alginat yang besar pada dinding selnya, sekitar 40% dari berat keringnya. Alginat yang terkandung di alga coklat ini dapat dimanfaatkan dalam bidang industri bahan cetak kedokteran gigi karena bahan aktif utama dalam pembuatan bahan cetak hidrokoloid ireversibel adalah sodium alginat, potassium alginat, dan trietanolamin alginat. Sodium alginat dan potassium alginat dapat diekstraksi dari spesies alga coklat seperti *Sargassum sp*.

Kata kunci: alga coklat, sargassum Sp, bahan cetak kedokteran gigi

Received: 10 February 2022

Accepted: 12 March 2022

Published: 1 August 2022

PENDAHULUAN

Indonesia sebagian besar terdiri atas perairan yang mencakup dua per tiganya wilayahnya. Laporan *United Nation Convention on the Law of the Sea* pada tahun 1982 menyebutkan bahwa luas perairan Indonesia adalah 5,8 juta km² yang di dalamnya terdapat 27,2% dari seluruh spesies flora dan fauna. Rumput laut atau *seaweed* merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia yaitu sekitar 8,6%.¹ Di perairan Indonesia terdapat sekitar 28 spesies rumput laut coklat yang berasal dari enam genus, yaitu *Dyctyota*, *Padina*, *Hormophysa*, *sargassum*, *Turbinaria* dan *Hydroclathrus*. Spesies rumput laut yang telah diidentifikasi yaitu *Sargassum sp*. Sebanyak 14 spesies, *Turbinaria* sebanyak 4 spesies, *Hormophysa* baru teridentifikasi 1 spesies, *Padina* 4 spesies, *Dyctyota* 5 spesies dan *Hydroclathrus* 1 spesies. Jenis-jenis rumput laut tersebut tersebar pada beberapa daerah di Indonesia.²

Alga coklat atau sering disebut *phaeophyta* adalah salah satu ganggang yang tersusun atas zat warna atau pigmentasinya berwarna coklat karena mengandung pigmen *xantofis*; bentuk seperti tumbuhan tinggi. Alga coklat memiliki talus terbesar diantara semua alga, mu-

lai dari mikroskopik sampai makroskopik. Alga ini juga memiliki jaringan transportasi air dan makanan yang analog dengan transportasi pada tumbuhan darat, kebanyakan bersifat autotrof.³

Pada umumnya alga coklat merupakan kelompok alga yang terbesar ukurannya diantara kelompok alga lainnya. Pada alga ini ditemukan dinding sel yang tersusun dari tiga macam polimer, yaitu selulosa, asam alginat, fukan, dan fukoidin. Alga coklat memiliki kandungan alginat yang besar pada dinding selnya, kurang lebih 40% dari berat kering alga ini. Alginat yang terkandung dalam alga coklat ini banyak ditemukan pada spesies *Sargassum sp*; dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan baku pembuatan obat-obatan, bahan pelapis kapsul atau tablet, bahan baku kosmetik, serta bahan baku indisutri.⁴

Bahan cetak gigi tiruan yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi adalah alginat. Alginat dipilih karena keakuratannya dalam reproduksi gigi tiruan, kenyamanan pasien, serta pencampuran dan modifikasi yang mudah dengan peralatan yang sederhana.⁵ Secara kimia, asam alginat adalah senyawa kompleks yang termasuk karbohidrat koloid hidrofilik hasil polimerisasi D

asam manuronat dengan rumus kimianya ($C_6H_8O_6$)n yang nilai n diantara 80-83. Dua jenis monomer penyusun asam alginat yaitu asam D-mannuronat dan asam L-guluronat. Alginat sangat stabil pada pH 5-10, sedangkan pada pH yang lebih tinggi viskositasnya sangat kecil akibat adanya degradasi β -eliminatif. Ikatan glikosidik antara asam manuronat dan guluronat kurang stabil terhadap hidrolisis asam dibandingkan ikatan dua asam manuronat atau dua asam guluronat. Kemampuan alginat membentuk gel terutama terkait dengan proporsi L-guluronat.⁶

Alginat adalah suatu bahan cetak golongan hidrokoloid bersifat elastis yang *irreversible*. Hidrokoloid irreversible berarti bahwa setelah alginat dicampur dengan suatu zat dan terjadi reaksi kimia, maka alginat tidak dapat kembali ke bentuk semula. Komponen utama bahan cetak hidrokoloid *irreversible* adalah natrium alginat. Apabila natrium alginat dicampur dengan air, akan terbentuk sol dan sebagai perekensi dapat ditambahkan kalsium sulfat. Tanah diatom dan silika gel ditambahkan sebagai bahan pengisi yang berfungsi untuk menambah kekuatan, kekerasan, memengaruhi waktu pengerasan, dan sifat fisis gel alginat. Bahan pemercepat dan pemerlambat diperlukan untuk mengatur waktu pengerasan kalium sulfat ditambahkan sebagai bahan pemercepat. Natrium atau trinatrium fosfat berfungsi sebagai bahan pemerlambat. Polyethylene glikol (PEG) ditambahkan untuk melapisi bubuk bahan cetak agar tidak mengepul seperti debu.^{7,8}

Bahan cetak alginat berfungsi sebagai cetakan negatif dari gigi dan jaringan rongga mulut. Cetakan dicor menggunakan gips sehingga diperoleh model kerja atau model studi yang merupakan replika dari gigi dan jaringan rongga mulut. Komposisi utama bahan cetak alginat berupa algin yang dikenal dalam bentuk asam alginat atau alginat. Algin banyak ditemukan pada beberapa daerah di Indonesia tetapi pemanfaatannya hanya terbatas di bidang industri terutama untuk pangan, obat-obatan, bahan kosmetika dan tekstil; pada bidang kesehatan terutama kedokteran gigi masih sangat kurang.^{9,10}

Alginat kebanyakan diperoleh dari luar negeri. Alginat merupakan suatu bahan yang terkandung dalam alga coklat. Salah satu alga coklat yang melimpah di perairan Indonesia dengan nilai yang ekonomis adalah *Sargassum sp.* karena memiliki potensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai penghasil natrium alginat yang merupakan bahan baku pembuatan bahan cetak gigi alginat. Melalui kajian pustaka ini diharapkan tersaji informasi penggunaan rumput laut (*Sargassum sp.*) sebagai bahan cetak di bidang kedokteran gigi.

TINJAUAN PUSTAKA

Alga coklat (*Sargassum sp.*)

Alga coklat atau *phaeophyceae* merupakan kelas

alga *Heterokontophyta*. Beberapa jenis alga coklat diantaranya *Padina*, *Sargassum*, *Hormophysa*, dan *Turbine*. *Sargassum* merupakan salah satu jenis yang termasuk dalam kelas alga coklat (*Phaeophyceae*).^{11,12} *Sargassum sp.* ditemukan sebanyak 150 jenis yang dijumpai di daerah perairan tropis, subtropis dan daerah bermusim dingin. Beberapa jenis *Sargassum* di perairan Indonesia yaitu dari jenis *S. binderi*, *S. cinereum*, *S. duplicatum* (*S. cristaefolium*), *S. plagyophyllum*, *S. echinocarpum* (*S. olygocystum*), *S. polycystum* (*S. microphyllum*) dan *S. crassifolium*. Habitat *Sargassum sp.* tumbuh di perairan pada kedalaman 0,5-10 m yang terdapat arus dan ombak. Pertumbuhan alga ini sebagai makroalga melekat pada substrat dasar perairan. Alga ini tumbuh di daerah tubir membentuk rumpun besar, panjang thallus utama mencapai 0,5-3 m dengan cabang *thalli* terdapat gelembung udara yang selalu muncul di permukaan air. *Sargassum sp.* merupakan salah satu jenis alga coklat yang berasal dari perairan pantai Indonesia yang mengandung bahan alginat dan iodin.¹³

Zat yang dapat diekstraksi dari *Sargassum* berupa alginat, yaitu suatu garam dari asam alginik yang mengandung ion sodium, kalsium dan barium. Pada umumnya *Sargassum* tumbuh di daerah terumbu karang (*coral reef*) seperti di Kepulauan Seribu, terutama di daerah *sand flat*. *Sargassum sp.* telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam bidang industri makanan, farmasi, kosmetika, pakan, pupuk, tekstil, kertas, dan lain sebagainya. Hasil ekstraksi *Sargassum sp.* berupa alginat banyak digunakan industri makanan untuk memperkuat tekstur atau stabilitas dari produk olahan, seperti es krim, sari buah, pastel isi, dan kue. *Sargassum sp.* juga telah dimanfaatkan di bidang farmasi dan peternakan.¹⁴



Gambar 1 Tanaman alga coklat (Sumber: Pakidil C, Hidayat S. Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga coklat. Octopus J 2016;2(5):1-11)

Kandungan alga coklat

Bahan cetak alginat memiliki komposisi utama berupa algin yang dikenal dalam bentuk asam alginat atau alginat. Algin sudah banyak ditemukan di beberapa daerah di Indonesia tetapi pemanfaatannya hanya terbatas pada bidang industri terutama untuk pangan, obat-obatan, bahan kosmetika dan tekstil. Polimer alginat bersifat hidrofilik yang merupakan molekul linier dengan berat molekul tinggi, mudah sekali menyerap

air sehingga senyawa alginat dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemulsi, pengental dan penstabil.^{2,16,17}

Alginat adalah suatu istilah umum untuk senyawa dalam bentuk garam dan turunan asam alginat. Alginat merupakan polisakarida yang berbentuk gel yang dieksstraksi dari alga coklat. Bahan aktif utama dalam pembuatan bahan cetak hidrokoloid ireversibel adalah sodium alginat, potassium alginat, dan trietanolamin alginat. Natrium alginat dan potassium alginat dapat diekstraksi dari spesies alga coklat seperti *Sargassum sp.*, *Turbinaria sp.*, *Hormophysa sp.*, dan *Padina sp.*^{16,17}

Sodium alginat adalah salah satu jenis elektrolit molekul makro organik dari spesies rumput laut coklat dengan rumus kimia $(C_6H_7NaO_6)_n$. Sodium alginat dapat larut dalam air dingin atau air panas dan mampu membentuk larutan yang stabil. Sodium alginat digunakan sebagai bahan pembentuk gel dan pengental yang bersifat termoreversibel dalam berbagai bidang industri, dan juga dipakai sebagai *suspending emulsifying*, dan *stabilizing agent*.¹⁶⁻¹⁸

Potassium alginat adalah komponen umum yang terkandung dalam bahan cetak gigi standar. Potassium alginat berfungsi untuk meningkatkan akurasi, stabilitas, dan viskositas dari bahan cetak. Potassium alginat konsentrasi 15% memberikan kesan paling akurat, sedangkan kalium alginat konsentrasi 16% memberikan kesan paling stabil.¹⁶

Bahan cetak kedokteran gigi

Bahan cetak digunakan untuk mencetak gigi dan struktur mulut di sekitarnya, termasuk jaringan keras dan lunak rongga mulut dengan menghasilkan cetakan gigi.¹⁹ Untuk membuat cetakan, bahan dalam keadaan plastis ditempatkan pada jaringan mulut. Setelah itu, cetakan dikeluarkan dari mulut, dicor dengan gips untuk pembuatan replika jaringan mulut.^{20,21}

Bahan cetak dapat diklasifikasi berdasarkan penggunaan, yaitu cetakan primer misalnya alginat, cetakan compound, elastomer *putty* dan cetakan sekunder misalnya elastomer *light body* dan zinc oxide eugenol. Berdasarkan reaksi *setting* yaitu reversibel (fisika): cetakan compound, wax, agar; dan ireversibel (kimia): alginat, plaster, dan elastomer. Berdasarkan keadaan bahan cetakan setelah ditempatkan di rongga mulut yaitu rigid: compound, zinc oxide eugenol, plaster, wax dan elastis yaitu alginat, agar, polisulfida, polieter. Berdasarkan kompresi jaringan yaitu mukostatik, adalah plaster dan elastomer *light body*; dan mukokompresi adalah compound, elastomer *putty*. Berdasarkan konsistensi yaitu *light body*, *medium body*, *heavy body*, *putty*.

Alginat

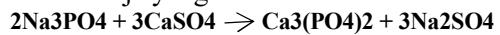
Bahan cetak alginat dianggap sebagai salah satu bahan yang disebut sebagai bahan cetak elastis dan terma-

masuk bahan cetak ireversibel. Ini pertama kali digunakan pada tahun 1940-an ketika bahan cetak agar menjadi langka. Saat ini alginat lebih populer daripada agar untuk cetakan gigi, karena lebih mudah digunakan. Alginat mungkin merupakan bahan cetak yang paling banyak digunakan sebagai bahan cetak dalam kedokteran gigi yang berasal dari asam alginat, yang terdapat pada alga coklat.^{19,22,23}

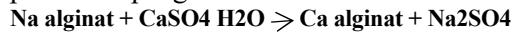
Kata alginat berasal dari asam alginat (*asam anhydro- β -d-mannuronic*) yang merupakan ekstrak mukous yang dihasilkan oleh spesies alga coklat (*Phaeophyceae*). Asam alginat adalah polisakarida koloid hidrofilik yang terjadi secara alami.²⁴

Alginat terdiri atas natrium atau kalium alginat (15%) yang larut dalam air dan bereaksi dengan ion kalium, kalsium sulfat (16%) sebagai reaktor yang bereaksi dengan kalium alginat dan membentuk kalsium alginat yang tidak larut, *diatomaceous earth* (60%) sebagai bahan pengisi, zinc oxide (4%) sebagai bahan pengisi, kalium titanium fluorida (3%) sebagai akselerator pengeras gypsum, natrium fosfat (2%) sebagai penghambat, glikol (dalam alginat bebas debu), dan pigmen dan zat penyedap misalnya, wintergreen, peppermint, anise, orange, dan lain-lain.

Alginat yang berbentuk bubuk akan dicampur dengan air menjadi *sol* yang kemudian menjadi *gel* melalui reaksi kimia. Gel terakhir, yaitu kalsium alginat yang tidak larut dihasilkan ketika natrium alginat yang larut bereaksi dengan kalsium sulfat sebagai reaktor yang berlangsung terlalu cepat sehingga waktu kerja sering kali tidak cukup. Reaksi dapat ditunda dengan penambahan trisodium fosfat sebagai retarder. Dua reaksi utama yang akan terjadi ketika bubuk alginat bereaksi dengan air selama *setting*; pertama, ketika sodium fosfat bereaksi dengan kalsium sulfat untuk menghasilkan waktu kerja yang adekuat.^{19,24}



Kedua, kalsium fosfat akan bereaksi dengan sodium alginat untuk membentuk kalsium alginat tak larut, yang merupakan bentuk gel alginat setelah proses pencampuran dan pengadukan.⁷



PEMBAHASAN

Komponen utama dari bahan cetak hidrokoloid ireversibel adalah natrium alginat, kalium alginat, atau trietanolamin alginat.^{29,30} Baik natrium alginat maupun kalium alginat dapat diekstraksi dari spesies alga coklat multisel, termasuk *Sargassum sp.*, *Turbinaria sp.*, *Hormophysa sp.*, dan *Padina sp.*³¹ *Sargassum sp* sendiri mengandung alginat dalam kadar tinggi yang cukup untuk memproduksi natrium alginat sebagai komponen utama bahan hidrokoloid ireversibel. Alginat yang diekstraksi dapat dihomogenisasi dalam air untuk membentuk larutan alginat, yang dapat bereaksi dengan

kalsium sulfat untuk menghasilkan alginat yang tidak mudah larut.^{27,30}

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa kalium alginat yang berasal dari alga coklat *Sargassum polycystum* dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk bahan cetak hidrokoloid ireversibel dalam praktik kedokteran gigi sehari-hari. Hamrun dkk melaporkan bahwa bahan cetak alginat yang mengandung kalium alginat dari *Sargassum polycystum* 15% memberikan kesan paling akurat dari segi dimensi, sedangkan kalium alginat 16% memberikan kesan paling stabil hingga 15 menit.³³ Untuk mengevaluasi stabilitas dimensi, cetakan berbahan alga coklat dituang dalam empat periode yaitu 5, 10, dan 15 menit. Uji-t independen dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan ketentuan nilai $p < 0,05$ yang dianggap signifikan. Bahan cetak dianalisis mengandung 15% kalium alginat memberi akurasi dimensi terbaik yang serupa dengan kontrol ($p > 0,05$). Hal ini sesuai dengan studi sebelumnya bahwa akurasi maksimal terjadi setelah elastisitas bahan dikembalikan selama 10 menit.³³ Hal tersebut juga didukung oleh Nassar¹⁶, yang menemukan bahwa casting selama kurang dari satu jam tidak menyebabkan perubahan dimensi secara signifikan. Namun, dilaporkan perbedaan signifikan 1% untuk jika dilakukan selama 4 jam atau lebih.¹⁶

Jika ditinjau dari segi kekuatan, rata-rata daya tekan pada bahan cetak yang terbuat dari alga coklat lebih tinggi dibandingkan dengan bahan cetak standar, tetapi rata-rata daya tarik bahan cetak dari alga coklat masih relatif lemah. Hamrun dkk pada penelitiannya memperoleh nilai tekanan 0,011 untuk bahan cetak yang terbuat dari *Padina sp* dan 0,009 MPa untuk bahan ce-

tak standar. Nilai normal kekuatan tekan bahan cetak, menurut ISO 1563/78, tidak boleh melebihi 0,30 MPa.³⁴ Devina dkk pada tahun 2018 melakukan uji viskositas pada larutan natrium alginat yang diekstraksi dari *Sargassum sp.*; memiliki viskositas 45,3 mPas yang menunjukkan bahwa berat molekul serbuk natrium alginat juga tergolong rendah. Standar alginat SIGMA A 2158 memiliki viskositas 20 mPas.³⁹

Berdasarkan penelitian oleh GC Corporation, serbuk natrium alginat dari *Sargassum sp.* diperlukan untuk meningkatkan berat molekul untuk mencapai viskositas yang sesuai dalam persiapan bahan cetak alginat. Peningkatan berat molekul serbuk natrium alginat akan meningkatkan viskositas, yang akan menghasilkan *setting time* sesuai dengan standar ISO1563 1978. Penelitian tersebut berhasil menunjukkan bahwa natrium alginat murni yang diekstraksi dari *Sargassum sp.* mirip dengan bahan standar natrium alginat SIGMA A2158, namun natrium alginat murni yang diperoleh dari *Sargassum sp.* memiliki viskositas yang terlalu rendah untuk digunakan sebagai bahan cetak alginat.³⁸ Hasil uji daya tarik dipengaruhi faktor ukuran butir, yang dinyatakan oleh Carlo et al.²⁵, bahwa semakin kecil ukuran mata jaring yang digunakan maka semakin tinggi nilai kuat tekan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Widianti et al., bahwa porositas diduga dipengaruhi oleh ukuran partikel. Ukuran butir yang kecil memiliki luas kontak yang besar dan difusi antar permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran yang besar.^{36,37}

Pada kajian sistematis ini disimpulkan bahwa kandungan dari rumput laut coklat seperti sodium alginat dan potassium alginat dapat diekstraksi sebagai komponen utama bahan cetak hidrokoloid ireversibel.

REFERENSI

1. Dahuri, Rokhmin. Coastal zone management in indonesia: issues and approaches. *J Coastal Dev* 1998; 1(2): 97-112
2. Maharani MA, Widayanti R. Pembuatan alginat dari rumput laut untuk menghasilkan produk dengan rendemen dan viskositas tinggi. *Jurnal Teknik Kimia* 2010;1(1):1-5.
3. Charma OP. Textbook of algae. TataMcGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi, 1992. p 73-9.
4. Campbel, Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, et al. Biologi Jilid 2. Jakarta: Erlangga; 2003. P.85-90.
5. Anusavice JK. Philiphs buku ajar ilmu bahan kedokteran gigi. 10thed. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC); 2004.
6. Ullman F. Ullman's encyclopedia of industrial organic chemicals. 6th ed. New York: John Wiley; 1998.
7. Febrini M. Alginate impression vs alginate impression plus cassava strach: analisis gambaran mikroskopik. *J.K.G.Unej* 2011; 8(2): 67.
8. Situngkir J. Pembuatan dan karakterisasi fisikokimia bahan cetak gigi palsu kalsium alginat. Universitas Sumatera Utara; 2008.
9. Suparmi, Sahri A. Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. *Sultan Agung* 2009;44(118): 95.
10. Aprilyanti W, Siswanto, Widiyanti P. Sintesis bahan cetak gigi natrium alginat dari alga coklat *Sargassum sp.* yang berpotensi untuk aplikasi klinik. *Sains dan Teknologi* Universitas Airlangga 2013; 1(3):104-5.
11. Achmad H, Huldani, Carmelita AB, Fauziah, Hidayah N, Bokov D. Antioxidant and antiviral potential of brown algae (phaeophyceae). *Int J Pharm Res* 2020; 3(12): 1-9.
12. Wehr J. Freshwater algae of north America Chap.19. 2nd Ed. New York: Academic Press; 851-71.
13. Triastinurnatiningsih, Ismanto, Ertina. Variasi morfologi dan anatomi *Sargassum sp.* di Pantai Bayah Banten. *Ekologia* 2011; 2(11): 1-10.
14. Pakidil C, Hidayat S. Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga cokelat *sargassum sp.* *Octopus J* 2016;2(5): 1-11.

15. Febriani M. Alginate impression vs alginate impression plus cassava starch: analisis gambaran mikroskopik. *Jurnal Stomatognatik* 2011;8(2): 1.
16. Hamrun N, Talib B, Ruslin M, Pangeran H, Hatta M, Marlina E, et al. A promising potential of brown algae *sargassum polycystum* as irreversible hydrocolloid impression material. *Marine Drugs* 2022; 20(55): 1-9.
17. Walker KN, Suhendra N, Wartini NM. Karakteristik bubuk alginat dari alga coklat *sargassum sp.* pada perlakuan waktu dan suhu maserasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 2020; 8(1): 1-2.
18. McCabe JF, Walls AW. *Applied dental materials*. 9th ed. Singapore: Blackwell Publishing Ltd. 2009.p.136.
19. Gupta R, Brizuela M. *Dental impression materials*. StatPearls. [serial on the internet] 2021 Sept [cited 2022 Feb 19]. Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK574496/>
20. Powers JM, Wataha JC. *Dental materials. Properties and manipulation*. 10th ed. America: Elsevier; 2013.p.93.
21. Powers JM, Wataha JC. *Dental materials. Foundations and applications*. 11th ed. America: Elsevier; 2017.p.98-100.
22. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Philips science of dental materials*. 12th ed. China: Elsevier; 2013.p.171.
23. Saniour SH, El Ghaffar MA, Fath B, Saba DA. Effect of composition of alginate impression material on recovery from deformation. *J Am Sci* 2011;7(9):443.
24. Manappallil JJ. *Basic dental materials*. 4th ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; 2016.pp 267-9.
25. Sharif RA, Abdelaziz KM, Alshahrani NM, Almutairi FS, Alaseri MA, Abouzeid HLA. The accuracy of gypsum casts obtained from the disinfected extended-pour alginate impressions through prolonged storage times. *BMC Oral Health*. 2021; 29(21):1-6.
26. Madhavan SA review on hydrocolloids-agar and alginate. *J Pharm Sci Res* 2015; 7(9): 704.
27. Cervino G, Fiorillo L, Herford AS, Laino L, Troiano G, Amoroso G, et al. Alginate materials and dental impression technique: a current state of the art and application to dental practice. *Mar Drugs* 2018; 18(17):3-8.
28. Garrofe AB, Ferrari BA, Picca M, Kaplan AE. Linear dimensional stability of irreversible hydrocolloid materials over time. *Acta Odontol Latinoam* 2015; 28(3):258–62.
29. Damodara EK, Litaker MS, Rahemtulla F, McCracken MS. A randomized clinical trial to compare diagnostic casts made using plastic and metal trays. *J Prosthet Dent* 2010; 104(6):364–71.
30. Abdelraouf RM, Bayoumi RE, Hamdy TM. Effect of powder/water ratio variation on viscosity, tear strength and detail reproduction of dental alginate impression material (in vitro and clinical study). *Polymers* 2021; 2923(13): 2-6
31. Hamrun N, Taufiq A, Tahir D. Studies on surface morphology of irreversible hydrocolloid impression material based on brown algae type *Padina sp.* IOP. 2019; 12025(55):pp 2-5.
32. Chee SY, Wong PK, Wong CL. Extraction and characterisation of alginate from brown seaweeds (Fucales, Phaeophyceae) collected from Port Dickson, Peninsular Malaysia. *J Appl Phycol* 2011; 23(2):191-6.
33. Wassell RW, Barker D, Walls AW. Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique. *Br Dent J* 2002; 192(12): 679–84, 687–90.
34. Hamrun N, Talib B, Ruslin M, Pangeran H, Hatta M, Marlina E, et al. A promising potential of brown algae *Sargassum polycystum* as irreversible hydrocolloid impression material. *Mar Drugs* 2022; 55(20):1-9.
35. Hamrun N, Hasyim R, Mude AH, Iqbal M, Nabilah T, Safitri M, Akbar FH. Compressive and tensile strength measurement of irreversible hydrocolloid impression material made of brown algae *Padina sp.* *J Dentomaxillofac Sci* 2021;6(1): 51-3
36. Mushollaeni W. The physicochemical characteristics of sodium alginate from Indonesian brown seaweeds. *African J Food Sci* 2011; 5(6):349-52.
37. Walker MP, Burckhard J, Mitts DA, Williams KB. Dimensional change over time of extended-storage alginate impression materials. *Angle Orthodont* 2010;80(6):1110-5.
38. Rohanian A, Shabestari GO, Zeighami S, Samadi MJ, Shamsiri AR. Effect of storage time of extended-pour and conventional alginate impressions on dimensional accuracy of casts. *J Dent Tehran University Med Sci* 2014;11(6): 655.
39. Devina N, Eriwati YK, Santosa AS. The purity and viscosity of sodium alginate extracted from *Sargassum* brown seaweed species as a basic ingredient in dental alginate impression material. *J Phys: Conference Series*. 2018;1073(5):pp 1-5.