

Viskositas dan Porositas Bahan Cetak Alginat dari Alga Merah *Kappaphycus alvarezii*

(The Viscosity and Porosity of Alginate Impression from Red Seaweed *Kappaphycus alvarezii*)

Rosi Endah Pratiwi¹, Izzata Barid², Didin Erma Indahyani³

¹ Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

² Bagian Ilmu Kedokteran Gigi Dasar, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Indonesia

³ Bagian Ilmu Kedokteran Gigi Dasar, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Indonesia

Abstrak

Bahan cetak alginat merupakan bahan yang sering digunakan dalam kedokteran gigi untuk menghasilkan model studi. Bahan aktif utama dalam bahan cetak alginat ialah natrium alginat yang dapat diperoleh dari alga merah *Kappaphycus alvarezii*. Alginat pada perairan turbulen (perairan desa Agel Kabupaten Situbondo) dan struktur alginat dapat membentuk gel dan dapat mempengaruhi viskositas dan porositas bahan cetak alginat. Tujuan penelitian untuk menganalisis viskositas dan porositas bahan cetak alginat dari alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan penelitian *post-test only control group design*. Penelitian ini terdapat 4 kelompok, (1) kelompok kontrol viskositas, (2) kontrol porositas, (3) perlakuan viskositas, dan (4) perlakuan porositas. Hasil pengukuran porositas menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan dan viskositas berbeda signifikan dengan kelompok kontrol hal ini dikarenakan jenis alga, luas permukaan antar partikel, tahapan preparasi, ekstraksi yang berpengaruh terhadap natrium alginat. Bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* memiliki porositas yang lebih rendah daripada porositas bahan cetak alginat standar merk Hygedent dengan rerata yang dihasilkan sebesar 9%. Viskositas bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* berdasarkan standar sigma tergolong high viscosity dengan rerata 33.200 cP.

Kata Kunci: *Kappaphycus alvarezii*, porositas, viskositas

Abstract

Alginate impression material is a material that is often used in dentistry to produce study models. The main active ingredient in the alginate impression material is sodium alginate, which can be obtained naturally from algae. Alginate from turbulent water (Waters on village Agel, Situbondo) and the structure of alginate gluronic acid can form gel and influence the viscosity and the porosity of alginate impression material. Purpose was to analyze the viscosity and porosity of the alginate impression material from the red algae *Kappaphycus alvarezii*. This study is a laboratory experimental study with the research design of the *post-test only control group design*. This study consisted of 4 groups, namely the (1) viscosity control group, (2) porosity control, (3) viscosity treatment, and (4) porosity treatment. The porosity measurement results showed that there was no significant difference and the viscosity was significantly different from the control group because of the type of algae, the surface area of the particles, the preparation stage, the extraction that affected sodium alginate. *Kappaphycus alvarezii* type red alginate impression material has lower porosity than the standard Hygedent alginate impression material with a mean yield of 9%. The viscosity of the *Kappaphycus alvarezii* red alginate impression material based on the sigma standard is classified as high viscosity with an average of 33,200 cP.

Keywords: *Kappaphycus alvarezii*, porosity, viscosity

Korespondensi (Correspondence) : Rosi Endah Pratiwi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Jalan Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Jember, Jawa Timur, 68121, Indonesia, E-mail: rosiendahpratiwi@gmail.com

Bahan cetak alginat merupakan bahan cetak yang sering digunakan dalam kedokteran gigi untuk menghasilkan model studi.¹ Bahan cetak alginat di Indonesia masih di import dari luar negeri.² Bahan cetak alginat memiliki bahan aktif utama berupa natrium alginat. Natrium alginat merupakan senyawa turunan asam alginat berbentuk garam. Pada beberapa literatur dijelaskan natrium alginat dapat diperoleh dari alga, karena sebagian besar alga tersusun dari alginat.^{3,4}

Alga berdasarkan pigmen dibagi menjadi tiga kelompok yaitu *Chlorophyceae* (alga hijau), *Phaeophyceae* (alga coklat), dan *Rhodophyceae* (alga merah). Salah satu jenis alga yang bernilai tinggi adalah *Rhodophyceae* (alga merah). *Rhodophyceae* (alga merah) bernilai tinggi karena sering dimanfaatkan dari bidang industri dan memiliki komponen bioaktif berupa polisakarida sulfat. Alga merah mengandung polisakarida alginat,

agar dan karaginan. Walaupun kandungan alginat pada alga merah tidak sebesar alga coklat tetapi alga merah memiliki banyak spesies dan mudah dibudidayakan pada perairan Indonesia.⁵

Kappaphycus alvarezii biasa disebut dengan *Euchema cottoni* merupakan salah satu spesies *Rhodophyceae* (alga merah) yang sering dibudidayakan di perairan Indonesia.⁶ *Kappaphycus alvarezii* memiliki sifat antioksidan dan antimikroba. Oleh karena memiliki sifat antimikroba diharapkan bahan cetak alginat yang berbahan dasar dari alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* mampu mengurangi mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan infeksi silang dalam praktek kedokteran gigi.⁷

Kappaphycus alvarezii memiliki tiga polisakarida alginat, agar dan karaginan yang memiliki sifat hidrokoloid yaitu dapat membentuk gel yang nantinya dapat

digunakan sebagai reaktan bahan cetak alginat.⁸ Alginat memiliki bentuk molekul yang sangat besar sehingga sering digunakan untuk mengentalkan larutan.⁹ Pada penelitian sebelumnya viskositas bahan cetak alginat dari alga coklat memiliki viskositas yang rendah dari viskositas bahan cetak alginat standar. Hal ini lah diharapkan viskositas bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* memiliki viskositas yang menyerupai viskositas bahan cetak alginat standar.

Viskositas bahan berpengaruh terhadap besarnya tekanan yang akan diterima oleh jaringan rongga mulut dan merekam detail yang akurat. Viskositas bahan cetak alginat tergolong *low viscosity* (100.000-110.000cP) dibandingkan dengan bahan cetak lainnya.^{10,11} Bahan cetak alginat memiliki *low viscosity* yang dapat digunakan pada teknik mukostatik agar dapat merekam *alveolar ridge* dalam posisi istirahat atau anatomis dan area servikal gigi.^{12,13} Pada bahan cetak yang *high viscosity* tidak cukup akurat dalam merekam detail karena ada detail cetakan yang tidak tercetak.¹⁴ Dalam merekam detail rongga mulut harus akurasi agar menghasilkan presisi dan alat yang dihasilkan dapat meningkatkan keberhasilan perawatan.

Akurasi dalam merekam detail, hasil cetakan dan distorsi juga dapat dipengaruhi oleh porositas bahan. Bahan alginat yang kandungan asam glukoronat lebih tinggi memiliki struktur yang kurang fleksibel dan memiliki sifat porositas yang besar. Pada beberapa penelitian berusaha agar nilai porositas bahan cetak dapat berkurang seperti saat manipulasi menggunakan teknik *automated-mixing*.¹⁵

Porositas yang besar pada bahan cetak dapat menurunkan akurasi cetakan dan hasil cetakan. Hal ini dikarenakan jumlah porositas yang banyak membuat bahan cetak semakin mudah rapuh sehingga dapat terjadi distorsi.¹⁶ Porositas dinyatakan dalam prosentase, pada beberapa penelitian prosentase porositas bahan cetak alginat kurang lebih 15%.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian mengenai pemanfaatan *Kappaphycus alvarezii* sebagai penghasil alginat, yang nantinya sebagai komponen utama bahan cetak alginat. Pada penelitian ini diharapkan alginat pada bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* memiliki viskositas yang hampir sama dengan bahan cetak alginat standar dan porositas yang dimiliki lebih rendah dari porositas bahan cetak alginat standar merk Hygedent sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan cetak alginat dalam kedokteran gigi.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan penelitian *the post-test only control group design* yang bertempat di Laboratorium Bioscience RSGM Universitas Jember dan

dilaksanakan pada bulan September – Desember 2020. Pengulangan menggunakan rumus $n = ((1,96)2 \times \sigma^2) : d^2$ sehingga didapat 4x pengulangan dengan sampel berjumlah 16 yang dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok kontrol viskositas, kelompok kontrol porositas, kelompok perlakuan viskositas dan kelompok perlakuan porositas.

Pangamatan viskositas dilakukan dengan menggunakan alat viscometer VT-04 dan pengamatan porositas menggunakan metode *liquid displacement*. Perhitungan porositas dengan rumus sebagai berikut:¹⁷

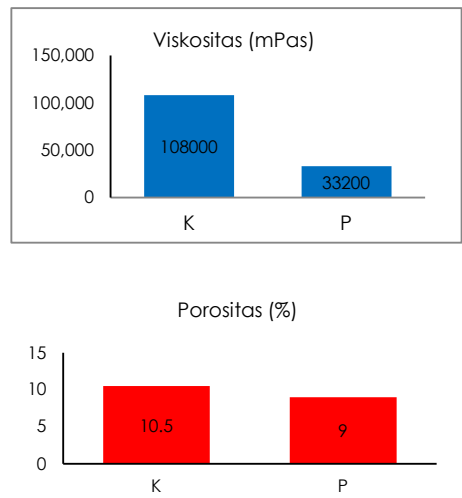
$$\text{Porositas (\%)} = \frac{(w1-w0)}{\rho \times V0} \times 100\%$$

Keterangan:

- W1= massa sampel basah (gram)
- W0 = massa sampel kering (gram)
- ρ = massa jenis air = 1 gr/cm 3
- V0= Volume (cm 3)

HASIL PENELITIAN

Hasil rerata kelompok penelitian kelompok kontrol (K) merupakan bahan cetak alginat hygedent dan kelompok P (perlakuan) merupakan bahan cetak alginat dari alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* didapatkan hasil



Gambar 2. Nilai viskositas dan porositas kelompok penelitian

Hasil uji normalitas dengan *Shapiro-wilk* menunjukkan data terdistribusi normal dengan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 pada semua kelompok. Hasil uji homogenitas menggunakan *Levene test* menunjukkan nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 berarti data homogen. Hasil uji parametrik *Two-way Anova* diperoleh nilai signifikansi < 0,05, hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada seluruh kelompok penelitian. Hasil uji beda lanjutan *LSD* secara statistik bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna antar

kelompok porositas penelitian ($P>0.05$) dan berbeda secara bermakna pada kelompok viskositas ($P<0.05$).

PEMBAHASAN

Hasil preparasi, ekstraksi alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* dilakukan uji FTIR spektrofotometer untuk melihat puncak gugus serapan didapatkan hasil adanya gugus O-H (Gugus hidroksil), C-H (gugus alkil), C=O (gugus karbonil), C-O (gugus karboksil), O-Na dan Alg. Puncak serapan natrium alginat pada penelitian ini memiliki puncak serapan dengan natrium alginat standar.^{18,19} Natrium alginat ditambahkan dengan komposisi bahan lainnya agar menjadi bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii*.

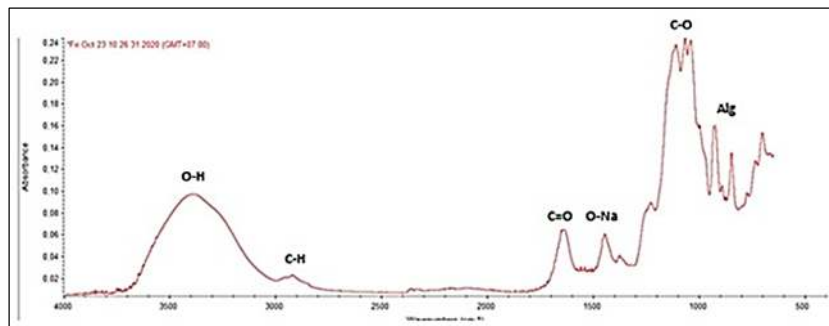
Selanjutnya bahan cetak alginat dilakukan pengukuran porositas. Pengukuran porositas pada penelitian ini didapatkan hasil merata pada kelompok kontrol (bahan cetak alginat standar merk Hygedent) sekitar 10,5% sedangkan pada kelompok perlakuan (bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii*) sekitar 9%. Porositas bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* tidak berbeda signifikan dengan bahan cetak alginat standar merk Hygedent.

Hasil porositas kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan tidak beda signifikan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan alginat pada bahan cetak dipengaruhi oleh jenis perairan. Pada penelitian ini alga yang digunakan dalam bahan cetak alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* diperoleh dari perairan Desa Agel Kecamatan Jangkar Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Bahan cetak alginat standar merk Hygedent, alginat diperoleh dari alga coklat di perairan Beijing-China menurut Departemen of health & human services (2017). Pada penelitian Sridevianti (2016) perairan yang beriak atau turbulen memiliki kandungan alginat yang lebih banyak daripada perairan yang relatif tenang (Mchugh dalam Sridevianti, 2016). *Kappaphycus alvarezii* merupakan alga yang biasa tumbuh diperairan pantai jernih dengan banyak ombak dan berarus deras.²⁰ Pada penelitian Gabaev (2016) spesies alga yang

digunakan untuk pembuatan bahan cetak alginat standar merk Hygedent dibudidayakan pada perairan turbulen. Alga yang digunakan pada kedua kelompok sama sama perairan turbulen yang membuat kandungan alginatnya hampir sama, hal ini lah yang membuat porositas bahan cetak alginat standar merk Hygedent dengan bahan cetak alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* tidak jauh berbeda.

Pada kedua kelompok tidak berbeda signifikan hal ini dikarenakan kandungan alginat tersusun dari polimer asam guluronat dan manuronat dengan proporsi yang berbeda beda tergantung jenis alginat maupun lokasi tumbuhnya alga.²¹ Jenis alga yang digunakan pada bahan cetak alginat standar merk Hygedent menurut Departemen Of Health & Human Services (2017) diperoleh dari alga coklat dan bahan cetak alga merah berasal dari alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii*. Pada bidang industri alginat yang digunakan ialah alginat yang memiliki struktur guluronat yang lebih tinggi karena menghasilkan gel yang kuat.²² Meskipun memiliki gel yang kuat stuktur guluronat yang lebih tinggi membuat membuat struktur kurang fleksibel dan memiliki sifat porositas alginat yang besar. Sedangkan alginat yang terkandung pada bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* dimungkinkan memiliki stuktur asam guluronat yang lebih rendah sehingga porositasnya lebih rendah.²³

Porositas bahan juga dapat dipengaruhi oleh luas permukaan antar partikel. Luas permukaan menurut Arsyad dalam Chairani (2015) yaitu semakin kecil luas permukaan antar partikel maka semakin kecil prosentase porositas bahan. Semakin besar luas permukaan antar partikel bahan maka semakin besar pula prosentase porositas.²⁴ Pada teori tumbukan dijelaskan bahwa luas permukaan antar partikel berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin halus bahan untuk massa yang sama akan mengakibatkan semakin luas permukaan antar partikel, semakin luas permukaan antar partikel bahan maka kemungkinan terjadinya tumbukan antar partikel semakin besar.²⁵



Gambar 3. FTIR natrium alginat dari alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii*

Pada massa bahan cetak alginat standar merk Hygedent memiliki massa yang lebih halus dari massa bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* yang artinya luas permukaannya lebih luas. Sedangkan massa bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* memiliki massa yang kurang halus karena keterbatasan peralatan sehingga luas permukaan antar partikel lebih kecil sehingga prosentase porositas lebih rendah dari kelompok kontrol.

Selain porositas pada penelitian ini juga membahas viskositas bahan cetak alginat. Viskositas pada bahan cetak alginat dikarenakan adanya karboksilat yang terkandung pada kation bahan cetak yang membuat kation berikatan dengan air sehingga bahan mengental.²⁶ Pada kelompok penelitian viskositas bahan cetak alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* berbeda signifikan dengan viskositas bahan cetak standar merk Hygedent. Viskositas bahan cetak alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* lebih rendah dari viskositas bahan cetak standar merk Hygedent, hal ini dikarenakan rumput laut yang diperoleh dari daerah tropis (warm water) pada umumnya alginat yang dihasilkan memiliki viskositas yang rendah.²⁷

Viskositas bahan cetak alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* lebih rendah dari viskositas bahan cetak alginat standar merk Hygedent dikarenakan penggunaan alkalin saat preparasi dan dimungkinkan adanya residu Ca^{2+} dalam alginat selama proses ekstraksi berpengaruh terhadap kemurnian natrium alginat sehingga menyebabkan viskositas bahan yang didapatkan rendah.^{26,28} Selain dari proses preparasi dan ekstraksi, ikatan antara asam poliguluronat alginat yang terputus dapat menyebabkan penurunan viskositas.¹⁷ Adanya zat pengotor dalam bahan dapat mempercepat proses depolimerisasi senyawa alginat juga dapat menurunkan viskositas alginat.²⁶

Viskositas menurut standar perdagangan yang ditetapkan oleh Sigma (1997) dibagi ke dalam tiga kelompok mutu yaitu mutu I (high grade) nilai viskositasnya 14.000 cp, mutu II (medium grade) nilai viskositasnya 3500 cp, dan mutu III (low grade) nilai viskositasnya 250 cp. Pada penelitian ini termasuk kedalam mutu I (high grade) karena viskositas bahan cetak alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* maupun bahan cetak alginat standar merk Hygedent merk Hygedent viskositasnya melebihi 14.000 Cp.

Simpulan pada penelitian ini yaitu bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* memiliki porositas yang lebih rendah daripada porositas bahan cetak alginat standar merk Hygedent merk hygedent dengan rerata yang dihasilkan sebesar 9%. Viskositas bahan cetak alginat alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* berdasarkan standar sigma tergolong high viscosity dengan rerata 33.200 cP. Saran pada penelitian ini adalah diperlukan penelitian yang lebih lanjut

lagi mengenai penggunaan bahan cetak berbahan dasar alga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* untuk mendapatkan hasil yang maksimal, untuk mendapatkan hasil ekstraksi natrium alginat yang maksimal dalam penggunaan bahan cetak di kedokteran gigi dan diperlukan penelitian lebih lanjut agar bubuk yang dihasilkan lebih halus dan rata.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amalina R, Sutanto D, Sunendar B. Perbandingan Tensile Strength, Tear Strength, dan Reproduction Of Detail Bahan Cetak Alginat Sintesis dengan Variasi Jumlah Nanoselulosa dan Metakaolin Terhadap Jeltrate. *SONDE (Sound of Dentistry)*. 2018; 3(1).
2. Mushollaeni W dan Rusdiana E. Karakteristik Sargassum sp, turbinaria sp dan padina sp. *Jurnal teknologi dan industri pangan*. 2011; 22(1): 26-32.
3. Febriani M. Alginat Impression Vs Alginat Impression Plus Cassava Starch: Analisis Gambaran Mikroskopik. *Stomatognatic (J.K.G Unej)*. 2011; 8(2):67-73.
4. Suarsa W. *Pengembangan Bahan Ajar Teori Tumbukan Pada Laju Reaksi Kimia*. Bali: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana; 2017.
5. Erniati FRZ, Prangdimurti E dan Adawiyah DR. Potensi alga: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional. *Acta Aquatica*. 2016; 3(1): 12-7.
6. Jamil SNA. Pengaruh Penambahan Tepung Karagenan Terhadap Sifat Kimia Otak-Otak Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*). *Jurnal Ilmu Perikanan*. 2016; 7(1).
7. Porse H dan Rudolph B. The Seaweed Hydrocolloid Industry:2016 Updates, Requirements And Outlook. *J Applly Phycol*. 2017; 29: 2187-2200.
8. Dewi R. Potensi Sumberdaya Alga. *Jurnal Harpodon Borneo*. 2012; 5(2).
9. Kusumawardani T. Recovery From Deformation Akibat Penggantian Sebagian Bahan Cetak Alginat dengan Pati Beras (*Oryza Sativa*). *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga BHMN: 2012.
10. Anugrah AF. Uji Karakteristik Fisik (Kadar Air Dan Viskositas) Dari Ekstraksi Natrium Alginat Alga Cokelat (*Phaeophyta*) Jenis Padina Sp. Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bahan Cetak Kedokteran Gigi. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin; 2016.
11. Aoyama NI, Hayakawa NA dan Minakuchi S. 2007. Effect Of High-

- Molecular-Weight Sodium Alginat On The Viscosity And Characteristics Of Alginat Impression Materials. *Prosthodont Res Pract.* 2007; 6: 239-45.
12. Hendry. Akurasi Dimensi Hasil Cetakan *Polyvinyl Siloxane* Dengan Teknik Modifikasi *Putty/Wash* 2 Tahap. Tesis. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Program Studi Prosthodonti Universitas Indonesia; 2012.
 13. Prasetyo SS, Juliani O dan Sugih AK. Isolasi Alginat Alga Coklat (*Sargassum* sp.) menggunakan Jalur Kalsium Alginat. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. ISSN 1693-4393; 2017.
 14. Kartika FEW dan Sugiarno E. Pengaruh Teknik Desinfeksi *Glutaraldehyde* 2% Dan Teknik Pencetakan Dengan Bahan *Polyvinyl Siloxane* Terhadap Akurasi Dimensi Model Gigi Tiruan Cekat. *J Ked Gi.* 2015; 6(3): 292 – 300.
 15. Hamilton MJ, Vandewalle KS, Roberts HW, Hamilton GJ dan Lien W. Microtomographic Porosity Determination in Alginat Mixed with Various Methods. *Journal of Prosthodontics.* 2010; 19: 478-481.
 16. Soares JP, Santos JE, Chierice GO dan Cavaleiro ETG. Thermal behavior of alginic acid and its sodium salt. *Ecl. Quím., São Paulo.* 2004; 29(2): 53-6.
 17. Milla LE, Indrani DJ dan Irawan B. Sintesis dan Uji Porositas Scaffold Hidroksiapatit/Alginat. *Odonto Dental Journal.* 2018; 5(1): 49-53.
 18. Noerdin A, Irawan B dan Febriani M. Pemanfaatan Pati Ubikayu (*Manihot Utilisima*) Sebagai Campuran Bahan Cetak Gigi Alginat. *Makara, Kesehatan.* 2003; 7(2): 34-7.
 19. Sinurat E dan Marlioni R. Karakteristik Na-Alginat dari Alga Cokelat, Sinurat dan Marlioni. *JPHPI.* 2017; 20(2).
 20. Kadi A. Potensi Rumput Laut Dibeberapa Perairan Pantai Indonesia. *Oseana.* 2004; 29(4): 25-36.
 21. Sridevianti. Pengukuran (Densitas Dan Porositas) Dari Ekstraksi Natrium Alginat Alga Coklat (Phaeophyta) Jenis *Sargassum* Sp. Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bahan Cetak Kedokteran Gigi. *Skripsi.* Makassar: Bagian Oral Biologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin; 2016.
 22. Pavia DL, Lampman GM dan Khriz GS. *Introduction To Spectroscopy.* Third Edition. Washington: Thomson Learning Academic Resource Center; 2001.
 23. Eriningsih R, Marlina R, Mutia T, Sana AW dan Titis A. Eksplorasi Kandungan Pigmen Dan Alginat Dari Alga Coklat Untuk Proses Pewarnaan Kain Sutra. *Arena Tekstil.* 2014; 29(2): 73-80.
 24. Thirunavakarasu R dan Nittla PP. Alginate Impression Material-A Review. *Drug invention Today.* 2018; 10(4): 3556-61.
 25. Subaryono. Modifikasi Alginat dan Pemanfaatan Produknya. *Squalen.* 2010; 5 (1).
 26. Indrani DJ. Komposit Hidroksiapatit Kalsinasi Suhu Rendah dengan Alginat *Sargassum Duplicatum* atau *Sargassum Crassifolium* Sebagai Material Scaffold untuk Pertumbuhan Sel Punca Mesenkimal. *Disertasi.* Jakarta: Program Doktor Bidang Ilmu Material Universitas Indonesia; 2012.
 27. Rangarajan V dan Padmanabhan TV. *Textbook of Prosthodontics.* Chennai: Elsevier; 2017.
 28. Prabha V, Prakash DJ and Sudha PN. 2013. Analysis Of Bioactive Compounds And Antimicrobial Activity Of Marine Algae *Kappaphycus Alvarezii* Using Three Solvent Extracts. *IJPSR.* 2013; 4(1): 306-310.