

INOVASI PEMANFAATAN LIMBAH SISA RUMPUT LAUT DI LABORATORIUM MIKROBIOLOGI LAUT SEBAGAI MEDIUM KULTUR BAKTERI

Huyyirnah Syabuddin¹ dan Andi Nurhayati²

¹ Laboratorium Mikrobiologi Laut, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

² Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Fak. Pertanian, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10, Tamalanrea Makassar 90245 Telp.(0411) 586-025

*Email: huyyirnah@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah laboratorium pada dasarnya adalah merupakan limbah yang terbentuk dari aktifitas laboratorium, seperti kegiatan praktikum dan penelitian. Sisa sampel dari penelitian juga merupakan limbah laboratorium. Limbah ini membutuhkan cara pengelolaan yang baik sehingga tidak mengganggu aktifitas di laboratorium dalam jangka panjang. Sehingga dibutuhkan inovasi pemanfaatan limbah sehingga dapat diminimalisir dengan metode yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan limbah sisa rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucheuma spinosum* sebagai bahan baku pembuat medium kultur bakteri di laboratorium Mikrobiologi Laut. Ekstraksi rumput laut dilakukan metode basa menggunakan NaOH encer dengan perbandingan 1:20 selama 3 jam pada suhu 90°C. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jenis rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memberikan hasil karaginan yang lebih baik dibandingkan rumput laut *Eucheuma spinosum* yaitu dari segi kekuatan gel yaitu 293,33 g/cm² dan kadar abu sebesar 13,20%. Kemampuan medium kultur yang dibuat dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* lebih baik dalam menumbuhkan bakteri yaitu nilai ALT sebesar 2,5 x 10⁶ cfu/mL dan nilai diameter koloni adalah 0,1-2,5 mm.

Kata kunci: limbah laboratorium, rumput laut, medium, bakteri

PENDAHULUAN

Laboratorium pendidikan yang berada di lingkungan Universitas Hasanuddin senantiasa selalu berupaya untuk berkontribusi dalam kegiatan tri dharma perguruan tinggi yaitu melayani kegiatan pendidikan melalui praktikum, kegiatan penelitian dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Salah satu kajian yang menarik dilakukan oleh peneliti adalah kajian tentang potensi dan prospek rumput laut asal Sulawesi Selatan sebagai bagian dari Benua Maritim Indonesia. Penelitian tentang rumput laut telah banyak dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2010 hingga sekarang. Sejak saat itu pula, kondisi yang paling memberikan dampak dari penelitian tersebut adalah tersimpannya sampel dari para peneliti yang sudah tidak digunakan lagi, sehingga apabila terus menerus hal ini dibiarkan, sampel akan tertimbun.

Rumput laut yang dijadikan bahan penelitian marak dilakukan lima tahun terakhir sejak tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 dengan perkiraan rata-rata sampel yang tersisa pertahunnya adalah 7,5 kg bahan basah dan 5,0 kg bahan kering, sehingga keberadaan sisa sampel tersebut bila tidak dikelola akan mencapai 37,5 kg bahan basah dan 25,0 kg bahan kering. Selain kapasitas penampungan sampel seperti lemari es dan freezer untuk menampung sampel segar sudah tidak cukup, dan lemari untuk menyimpan sampel kering juga terbatas. Limbah laboratorium pada dasarnya adalah merupakan limbah yang terbentuk dari aktifitas laboratorium, seperti kegiatan praktikum dan penelitian. Sisa sampel dari penelitian juga merupakan limbah laboratorium. Limbah sisa rumput laut ini membutuhkan cara pengelolaan yang baik sehingga tidak mengganggu aktifitas di laboratorium dalam jangka panjang. Sehingga dibutuhkan inovasi pemanfaatan limbah ini sehingga dapat diminimalisir dengan metode yang tepat.

Ekstraksi agar-agar sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Penelitian potensi bacto agar dari rumput laut *Gracilaria verrucosa* sebagai medium pertumbuhan bakteri telah dilakukan oleh Jamilah (2013). Selain itu Abidin, dkk. (2015) juga telah

mengisolasi dan mengkarakterisasi kandungan agarosa dari rumput laut jenis *Gracilaria verucosa*.

Berdasarkan hal tersebut di atas terlihat bahwa penelitian yang dilakukan adalah masih dalam memanfaatkan rumput laut *Gracilaria*, yang pada dasarnya sangat potensial dan sudah sangat komersil menghasilkan agar, maka muncullah ide untuk memanfaatkan kandungan karaginan dari rumput laut yang merupakan limbah sisa sampel yang terdapat di laboratorium Mikrobiologi lainnya seperti *Eucheuma cottoni* yang sekarang disebut *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucheuma spinosum*. Untuk diekstraksi menghasilkan karaginan yang dapat dimanfaatkan sebagai medium kultur bakteri.

Rumput laut dapat digunakan sebagai makanan, minuman, dan obat-obatan beberapa hasil olahan seperti agar-agar, alginat, dan karaginan cukup penting dalam industri (Istini dan Suhaimi, 1998). Karaginan dipakai sebagai stabilisator, pengental, pembentuk gel, pengemulsi, pengikat dan pencegah kristalisasi dalam industri makanan ataupun minuman, farmasi dan kosmetik lainnya. Rumput laut diketahui kaya akan komponen seperti enzim, asam nukleat, asam amino, mineral, dan vitamin A, B, C, D, E dan K (Suwandi, 1992).

Karaginan (*carrageenan*) adalah senyawa hidrokoloid yang merupakan senyawa polisakarida rantai panjang yang diekstraksi dari rumput laut karaginofit/carragenophyte (penghasil karaginan), seperti *Eucheuma* sp, *Kappaphycus*, *Chondrus* sp, *Hypnea* sp, dan *Gigartina* sp. Karaginan merupakan polisakarida yang linier atau lurus dan merupakan molekul galaktan dengan unit-unit utamanya adalah galaktosa. Karaginan merupakan molekul besar yang terdiri lebih dari 1.000 residu galaktosa. Oleh karena itu variasinya juga sangat banyak (Kordi, 2011).

Kordi mengungkapkan juga bahwa karaginan sebagai sebagai salah satu jenis hidrokoloid penting memiliki aplikasi yang sangat luas dalam industri pangan dan non pangan. Diantaranya berfungsi sebagai penstabil (*stabilizator*), pengental (*thickener*), pembentuk gel, dan pengemulsi (*emulsifier*).

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah waterbath, hot plate, Filtering flash, kain kasa, gunting, timbangan analitik, wadah plastik dan peralatan untuk pengujian karakteristik karaginan, yaitu *Texture analyzer* XT plus, oven, tanur, cawan, porselin, gegap, desikator, petridish serta peralatan gelas. Bahan untuk penelitian ini terdiri atas: rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucheuma spinosum*, Ethanol absolut, NaOH 1 %, NaOCl teknis, Nutrient Agar, pepton, ekstrak daging, akuades dan kertas pH universal.

Metode Pelaksanaan

Pencucian dan pemucatan rumput laut

Rumput laut dicuci dengan menggunakan air laut, air tawar dan terakhir dicuci dengan akuades. Penggunaan air laut bertujuan menghilangkan epifit, pasir, lumpur dan kotoran yang menempel dan sebagai langkah untuk mencegah terjadinya proses osmosis selama pencucian. Terakhir sampel dibilas dengan akuades dengan tujuan sampel betul-betul terbebas dari endapan kotoran/material dan garam-garam yang masih terikut bersama air tawar.

Proses selanjutnya adalah pemucatan yaitu rumput laut direndam dalam larutan 2% NaOCl teknis selama 15 menit, selanjutnya dicuci dengan air tawar. Rumput laut yang telah dicuci kemudian dijemur selama 12 jam di bawah sinar matahari dan menjadi bahan baku yang siap untuk diekstrak.

Proses ekstraksi karaginan

Tahap ekstraksi karaginan berdasarkan metode SNI 03-70-1990 (BSN, 1990) sebagai berikut : rumput laut sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam gelas piala, ditambahkan akuades 200 ml sampai semua rumput laut terendam, selanjutnya ditambahkan larutan NaOH

1 %. Diatur pH sampel sekitar 8,5 – 9 . Sampel dipanaskan di atas penangas air sambil sekali-kali diaduk pada suhu 70-90°C selama 3 jam, pada saat itu rumput laut akan hancur dan menjadi gel. Selanjutnya disaring dalam keadaan panas dengan kain kasa menggunakan Filtering Flask dan pompa vakum yang di dalamnya berisi ethanol absolut. Hasil saringan di tampung dalam wadah yang telah diketahui beratnya kemudian di panaskan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 x 24 jam.

Prosedur Analisis

a) Rendemen

Rendemen karaginan sebagai hasil ekstraksi dihitung berdasarkan rasio antara bobot karaginan yang dihasilkan dengan bobot rumput laut kering yang digunakan.

$$\text{Rendemen(\%)} = \frac{\text{Bobot karaginan (g)}}{\text{Bobot rumput laut (g)}} \times 100 \%$$

b) Kekuatan Gel (FMC Corp., 1977)

Karaginan dipanaskan dalam waterbath dengan pengadukan secara teratur sampai suhu 80°C. Volume larutan dibuat sekitar 50 mL. Larutan panas dimasukkan ke dalam cetakan gelas dan dibiarkan pada suhu 10°C selama 2 jam. Kekuatan gel diukur menggunakan alat Texture Analyzer. Diameter probe yang digunakan adalah 0,5 inch atau 1,27 cm, bobot probe sebesar 7,0790 g dan jarak penetrasi probe dengan gel adalah 20 mm.

Kekuatan gel dapat didefinisikan sebagai massa (dalam gram) yang dibutuhkan untuk memasukkan probe ke dalam gel. Nilai kekuatan gel (*breaking force*) ditunjukkan oleh peak (puncak) pertama di mana terjadi penurunan yang signifikan saat probe berpenetrasi ke dalam gel.

Kekuatan gel pada alat ini diukur dalam satuan *g force* , untuk konversi dalam satuan g/cm^2 maka digunakan rumus:

$$\text{Kekuatan gel (g/cm}^2\text{)} = \frac{F}{S} \times \text{nilai kalibrasi}$$

$$\text{Nilai kalibrasi} = \frac{\text{Bobot probe (g)}}{\text{Jarak probe dengan gel (cm)}}$$

c) Kadar Air (SNI 01-2891-1992, metode oven)

Menimbang sebanyak 1-2 gram sampel lalu dimasukkan ke dalam botol timbang bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Selanjutnya cawan berisi sampel didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang, dilakukan kembali penimbangan hingga diperoleh bobot tetap.

Perhitungan:

$$\text{Kadar air} = \frac{w}{w_1} \times 100 \%$$

w = bobot cuplikan sebelum dikeringkan (gram)

w = kehilangan bobot setelah dikeringkan (gram)

d) Analisis Kadar Abu (AOAC 942.05, 2012)

Sampel sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan pengabuan dimasukkan ke dalam tanur pengabuan pada suhu 600°C selama 2 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator selanjutnya ditimbng.

$$\text{Berat abu (g)} = \text{berat sampel dan cawan akhir (g)} - \text{cawan kosong (g)}$$

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{Berat abu (g)}}{\text{Berat contoh (g)}} \times 100 \%$$

e) Analisis Mikrobiologi

Analisis mikrobiologi dilakukan pada sampel medium yang dihasilkan dibandingkan dengan medium komersil untuk menumbuhkan bakteri pada air laut. Pengujian dilakukan dengan cara menumbuhkan uji pada media padat dengan teknik agar tuang. Koloni yang tumbuh kemudian dihitung dengan metode Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) SNI 01-2332.3-2006. (BSN, 2006). Prosedur pengujian menggunakan metode cawan agar tuang sebagai berikut:

Membuat deret seri pengenceran dari 10^{-1} , 10^2 , dan seterusnya hingga pengenceran 10^{-5} . Memipet 1 ml dari setiap pengenceran dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Melakukan secara duplo untuk setiap pengenceran. Langkah selanjutnya adalah menambahkan 12-15 ml medium agar (dengan menggunakan 3 macam medium yaitu M1= medium dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, M2 = medium dari rumput *Eucheuma spinosum*, M3 = adalah medium Nutrient Agar). Semua medium ini sudah didinginkan dalam waterbath hingga mencapai suhu 45°C ke dalam masing-masing cawan yang sudah berisi contoh. Supaya contoh dan media agar tercampur sempurna dilakukan pemutaran cawan ke depan ke belakang dan ke kiri-ke kanan. Setelah agar padat, cawan-cawan tersebut dengan posisi terbalik diinkubasi dalam inkubator selama 48 jam pada suhu 35°C . Perhitungan Angka Lempeng Total sebagai berikut:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan:

Error! Reference source not found. adalah jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per ml atau koloniper g;

Error! Reference source not found. adalah jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung;

Error! Reference source not found. adalah jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung;

Error! Reference source not found. adalah jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung;

Error! Reference source not found. adalah pengenceran pertama yang dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pemanfaatan limbah sisa sampel rumput laut di laboratorium Mikrobiologi Laut sebagai medium kultur bakteri dengan menggunakan prosedur analisis yaitu rendemen, kekuatan gel, kadar abu dan kadar air dapat dilihat pada Tabel 1.

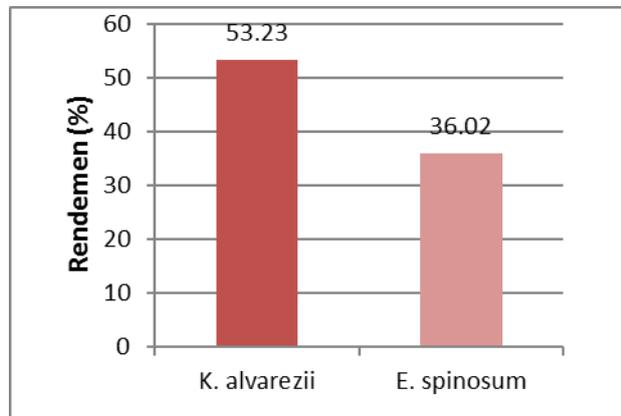
Tabel 1. Data rata-rata rendemen, kekuatan gel, kadar abu dan kadar air dari rumput laut.

Sampel	Rendemen (%)	Kekuatan Gel (g/cm^2)	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	53,23	293,33	13.20	19.01
<i>Eucheuma spinosum</i>	36,02	97,38	16.87	33.16

Rendemen karaginan

Pada penelitian ini, rendemen karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E. spinosum* masing-masing adalah sebesar 53,23% dan 36,02% (Gambar 1). Nilai ini terbilang cukup tinggi bila dibandingkan dengan standar minimum departemen Perdagangan (1989) dalam Syamsuar (2006), sebesar 25%. Hal ini diduga akibat pengeringan rumput laut yang kurang

maksimal , sehingga masih banyak kadar air yang terkandung di dalam bahan baku rumput laut. Oviantari dan Parwata (2007) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kadar air yang banyak dalam bahan baku rumput laut dapat menghalangi meresapnya larutan alkali untuk mengekstrak (memisahkan) karaginan dari komponen-komponen rumput laut lainnya.

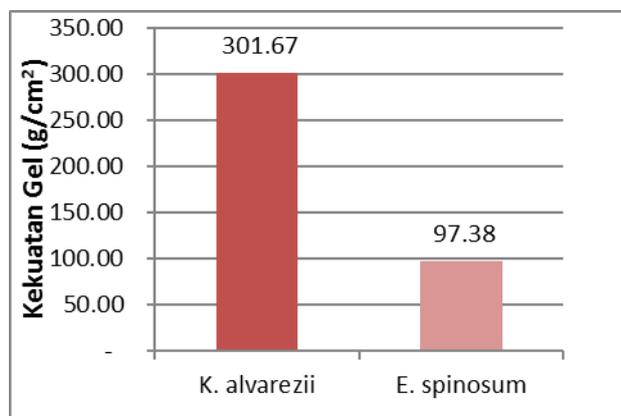


Gambar 1. Rendemen karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E.spinosum*

Keberadaan air dalam jaringan rumput laut seolah-olah melindungi setiap komponen penyusun rumput laut dari serangan larutan pengestrak melalui aktivitas solvasinya, sehingga karaginan yang dihasilkan masih banyak mengandung komponen-komponen lain (selain karaginan).

Kekuatan Gel

Kekuatan gel karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini dari rumput laut *K. alvarezii* adalah 293.33 g/cm^2 dari *E. spinosum* adalah 97.38 g/cm^2 seperti terlihat pada gambar 2. Kekuatan gel karaginan rumput *K. alvarezii* terbilang cukup baik, lebih tinggi dari kisaran hasil penelitian Murdinah (2006) yaitu berkisar antara $135,7 - 241,9 \text{ g/cm}^2$. Kondisi ini diperoleh dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 1%, sehingga untuk memperoleh karaginan dengan kekuatan gel yang lebih baik maka dapat menambah konsentrasi pelarut alkali, menurut Suryaningrum (2003), bahwa untuk meningkatkan gel karaginan maka rumput laut harus mendapat perlakuan alkali baik dalam alkali panas atau dingin . Perebusan bahan baku rumput laut dengan alkali 6-8% dapat meningkatkan kekuatan gel karaginan yang dihasilkan.

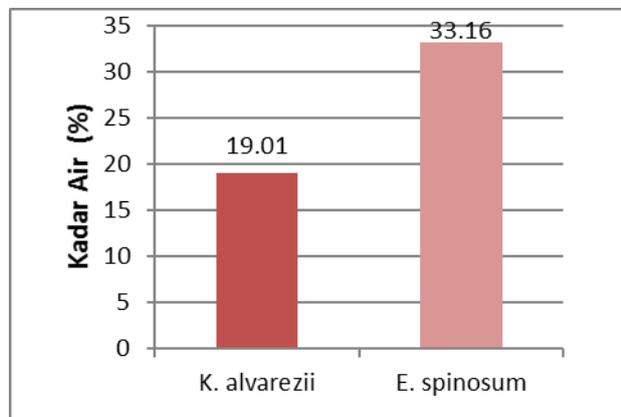


Gambar 2. Kekuatan gel karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E.spinosum*

Kadar Air

Rata-rata nilai kadar air dari karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini tidak memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan FAO yaitu maksimum 12% (FAO, 2007 dalam Hakim dkk., 2011). Hasil penelitian ini memberikan hasil kadar air dari sampel *K. alvarezii* adalah 19.01% sedangkan dari *E. spinosum* adalah 33.16% (Gambar 4). Kadar air karaginan dari *E. spinosum* terlihat lebih tinggi, hal ini diduga disebabkan karena hasil pemisahan dan penyaringan karaginan dari etanol bentuknya lebih menggumpal sehingga lebih tebal. Akibatnya pada saat pengeringan dalam oven masih banyak air yang terperangkap di dalam bahan. Mualifah dan Puspitasari (2007) menyatakan bahwa ketebalan bahan berpengaruh terhadap hasil pengeringan. Hal ini terjadi karena semakin tebal bahan, transfer massa dan panas pada bahan akan semakin sulit. Kesulitan ini terjadi karena semakin banyak air terikat pada bahan akan lebih sulit untuk diuapkan dibandingkan dengan air bebas.

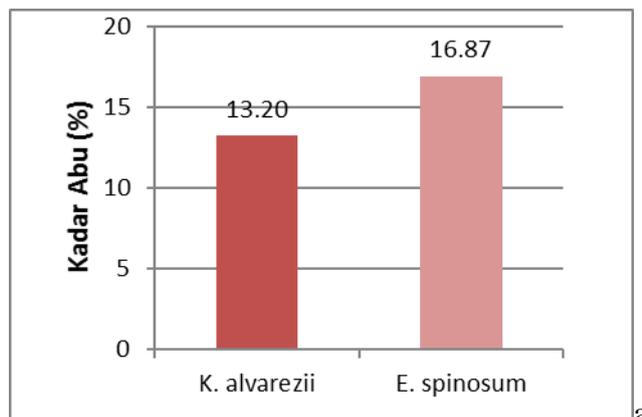
Dalam penelitian ini terlihat hasil yang bertolak belakang dimana kadar karaginan pada *E. spinosum* adalah 33.16% sedangkan rendemennya hanya 36,02%. Tingginya kadar air pada penelitian ini, kemungkinan juga disebabkan oleh pengeringan bahan baku rumput laut yang kurang maksimal dan waktu ekstraksi yang terlalu cepat sehingga keterlibatan air bahan dalam proses sintesis polisakarida selama ekstraksi tidak banyak. Akibatnya kadar air yang diuji pada karaginan hasil ekstraksi masih relatif tinggi.



Gambar 3. Kadar air karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E. spinosum*

Kadar Abu

Rata-rata nilai kadar abu karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut, dari rumput laut *K. alvarezii* 13.20% sedangkan dari rumput laut *E. spinosum* adalah 16.87% (Gambar 5). Hasil ini menunjukkan bahwa kadar abu yang diperoleh memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan FAO sebesar 15-40% dan FCC menetapkan maksimum 35%. Menurut Winarno (1997) tingginya kadar abu karaginan dipengaruhi oleh adanya garam dan mineral lain yang menempel pada rumput laut seperti natrium, kalsium dan literum.



Gambar 4. Kadar abu karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E. spinosum*

Uji Mikrobiologi

Uji Mikrobiologi dilakukan untuk melihat kemampuan medium khususnya dalam menumbuhkan bakteri, fungsi karaginan disini adalah sebagai bahan pematat/pengental yang digunakan bersama komponen media pertumbuhan lainnya, yaitu ekstrak daging 3 g/L dan pepton 5 g/L. Media kultur ini digunakan untuk menumbuhkan total bakteri Angka Lempeng Total (ALT) dari sampel air laut.

Uji mikrobiologi dilakukan pada karaginan hasil ekstraksi rumput laut *K. alvarezii* (M1) dan *E. spinosum* (M2) dan dibandingkan dengan medium komersil *Nutrient Agar* (M3), hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji mikrobiologi dari sampel air laut menggunakan medium yang berbeda

Medium	Angka Lempeng Total (cfu/mL)	Diameter koloni (mm)
M1	$2,5 \times 10^6$	0,1-2,5
M2	$4,4 \times 10^3$	0,1-2,5
M3	$2,6 \times 10^6$	0,1-3,2

Pada pengujian Angka Lempeng Total, terlihat bahwa nilai ALT dalam medium M1 adalah $2,5 \times 10^6$ cfu/mL sedangkan untuk medium *Nutrient Agar* sebesar $2,6 \times 10^6$ yang berarti bahwa nilai ALT medium dari ekstraksi sampel *K. alvarezii* sama dengan medium M3. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan medium hasil ekstraksi dalam menumbuhkan bakteri sama dengan medium komersil (M3). Nilai diameter koloni untuk M1 adalah 0,1-2,5 mm sedangkan diameter koloni untuk medium M3 adalah 0,1-3,2 mm. Sedangkan nilai ALT dari medium kultur M2 adalah $4,4 \times 10^3$ cfu/mL dengan nilai diameter koloni sebesar 0,1-2,5. Hal ini memperlihatkan bahwa kemampuan untuk menumbuhkan bakteri medium yang berasal dari rumput laut *E. spinosum* lebih kecil dibandingkan dengan medium M1 dan medium komersil (M3)

Inovasi pembuatan medium kultur bakteri yang berasal dari limbah laboratorium berupa sisa sampel rumput laut ini dapat memberikan manfaat dan output berupa medium yang dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan dalam kegiatan pemeliharaan isolat bakteri dan praktikum di Laboratorium Mikrobiologi Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Limbah sisa rumput laut di Laboratorium Mikrobiologi Laut FIKP memperlihatkan bahwa jenis rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memberikan hasil karaginan yang lebih baik dibandingkan rumput laut *Eucaema spinosum* yaitu dari segi kekuatan gel yaitu 293,33 g/cm² dan kadar abu sebesar 13,20%.
2. Kemampuan medium kultur yang dibuat dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* skala laboratorium, lebih baik dalam menumbuhkan bakteri yaitu nilai ALT sebesar $2,5 \times 10^6$ cfu/mL dan nilai diameter koloni adalah 0,1-2,5 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada pihak Universitas Hasanuddin, juga kepada teman sejawat PLP Universitas Hasanuddin, serta berbagai pihak yang telah

memungkinkan penelitian ini berlangsung. Penelitian ini didanai dari skim Penelitian Tenaga Kependidikan Fungsional (PTKF) Tahun 2018 oleh pihak Rektorat Universitas Hasanuddin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., M. Rudyanto, Sudjarwo. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Agarosa dari Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia, ISSN 1693-1831, hlm 69-75.
- AOAC, 2012. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, Inc. 942.05/4.1.10
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia 01-2332.3. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) Pada Produk Perikanan. 11 hal.
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. Standar Nasional Indonesia 01-2891-1992 Cara Uji Makanan dan Minuman. 36 hal.
- Food Marine Colloids Corp (FMC Corp, 1977. *Carrageenan*. Marine Colloid Monograph Number One. Springfield New Jersey. USA : Marine Colloid Division FMC Corporation., New Jersey. USA.
- Hakim, A.R., 2011. Pengaruh Perbandingan Air Pengekstrak, Suhu Presipitasi dan Konsentrasi Kalium Klorida (KCl) Terhadap Mutu Karaginan. Jurnal Pasca dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol. 6 No. 1Istini, S. dan Suhaimi., 1998. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. Lembaga Oseanologi Nasional, Jakarta.
- Istini, S. dan Suhaimi., 1998. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. Lembaga Oseanologi Nasional, Jakarta.
- Jamilah, L. 2013. Pemanfaatan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Sebagai Produk Bacto Agar dan Aplikasinya Dalam Media Pertumbuhan Mikroorganisme. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 70 hlm.
- Kordi, K. M. Ghufuran H., 2011. Kiat Sukses Budidaya Rumput Laut di Laut dan Tambak. Lily Publisher, Yogyakarta, 134 hlm.
- Murdinah, Amini, S., Irianto, H.E., Peranginangin, R., Subaryono, Darmawan, M., Sinurat, E., Fransiska, D. 2006. Optmasi Pemanfaatan Makro dan Mikro Alga. Laporan Teknis. Balai Besar Riset Pengolahan dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 89 hlm.
- Oviantari, M.V. dan Parwata, I.P. 2007. Optimalisasi Produksi Semi-Refined Carragenan dari Rumput Laut *Euचेuma cottoni* dengan Variasi Teknik Pengeringan dan Kadar Air Bahan Baku. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains dan Humaniora, 1 (1): 62-71.
- Susanto, A.B. 2010. Teknologi Pengolahan Rumput Laut Indonesia. *Dalam: Prosiding Workshop Nasional Bioteknologi dan Industri Rumput Laut Tanggal 5 September 2009*. Yayasan Rumput Laut Indonesia, Semarang, hlm 1-20.
- Suwandi, 1992. Isolasi dan Identifikasi Karaginan dari Rumput laut *Euचेuma cottoni*. Lembaga Penelitian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suryaningrum, T.D., 2003. Kajian Sifat Fisik dan Organoleptik tepung Agar-agar dari Rumput Laut *Gracillaria* tambak. J. Penel. Perik. Indonesia. 65:31-40.
- Syamsuar, 2006. Karakteristik Karaginan Rumput Laut *Euचेuma cottoni* pada Berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi. Tesis. Bogor. Sekolah Pascasarjana IPB.
- Winarno, F.G. 1997. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 112 hlm.
- Winarno, F.G. 1996. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia. Jakarta. 309 hlm.

