

PENGARUH METODE EKSTRAKSI TERHADAP KARAKTERISTIK *CRUDE* LAMINARAN DARI *Sargassum duplicatum*

Effect of Extraction Method on Characteristics of *Sargassum duplicatum* Crude Laminaran

Anies Chamidah¹, Yustinus Marsono², Eni Harmayani², Haryadi²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

²Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: achamidah@yahoo.co.id

ABSTRAK

Laminaran adalah polisakarida alami yang diekstraksi dari alga coklat yang banyak dimanfaatkan sebagai makanan manusia, pakan ternak dan obat-obatan. Laminaran diperoleh dengan cara mengekstraksi serbuk alga coklat, dengan larutan asam (LAE) atau dengan air (LWE) yang dilakukan sebanyak dua kali. Ekstraksi dengan mengkombinasikan kedua metode diuji juga, yaitu ekstraksi pertama menggunakan larutan asam selanjutnya residu diekstrak kembali menggunakan air (LME). Ekstraksi dengan asam maupun modifikasi lebih efisien daripada ekstraksi dengan air, dengan *yield* relatif lebih tinggi (3,59 dan 1,42 kali). Dengan metode ekstraksi asam (LAE), dan modifikasi (LME) menunjukkan hadirnya senyawa laminaran (β -(1,3)-D-glukopiranosil), sedangkan ekstraksi menggunakan air (LWE) tidak menunjukkan adanya laminaran. Secara umum nilai *yield* ekstrak asam lebih tinggi, diikuti ekstrak modifikasi dan ekstrak air. Ekstrak asam dan modifikasi mempunyai kadar air, abu dan kadar lemak yang lebih rendah daripada ekstrak air kecuali kadar protein yang tidak berbeda. Metode ekstraksi dengan larutan asam dan modifikasi merupakan metode yang terbaik.

Kata kunci: Metode ekstraksi, *crude* laminaran, FT-IR

ABSTRACT

Laminaran is a natural polysaccharide extracted from brown algae, are usually used as human food, animal feed and drugs. Laminaran obtained by extracting brown algae powder, with acid solution (LAE) or with water (LWE) is done twice. Extraction by combining both methods were tested as well, that the first extraction using an acid solution further extracted residue re-use of water (LME). Extraction with acid and modification are more efficient than extraction with water, with a relatively higher yield (3.59 and 1.42 fold). With the acid extraction method (LAE), and modification (LME) showed the presence of compounds laminaran (β -(1,3)-D-glukopiranosil), extraction using water (LWE) showed no laminaran. In general, the value of yield higher acid extracts, followed by modification extract and water extract. Acid extracts and modifications have moisture, ash and fat content lower than water extract but different levels of protein. The method of extraction with an acid solution and a modification is the best method.

Keywords: Extraction method, *crude* laminaran, FT-IR

PENDAHULUAN

Alga coklat adalah salah satu kelompok alga yang sangat berlimpah keberadaannya di alam. Kelas alga coklat terdiri atas sekitar 400 spesies dan salah satunya adalah genus *Sargassum* (Tseng dkk., 1985). Spesies *Sargassum* sangat berlimpah di perairan Indonesia. Pemanfaatannya sangat

beragam, beberapa spesies *Sargassum* telah dimanfaatkan sebagai makanan manusia (Zemke-White dan Ohno, 1999), pakan ternak (Wang dan Chiang, 1994) dan obat-obatan (Zemke-White dan Ohno, 1999), fertiliser (Wang dan Chiang, 1994) dan bahan baku industri alginat.

Laminaran adalah salah satu jenis polisakarida alga coklat tergolong sebagai cadangan makanan yang merupakan

(1,3); (1,6)- β -D-glukan (Zvyagintseva dkk., 2003) yaitu ikatan (1- 3) di *back bone* dan percabangan pada titik (1- 6), merupakan karakteristik khas dari alga coklat (Usov dkk., 2004). Senyawa ini terdiri dari 20-60 unit D-glukopiranosida yang terdistribusi di rantai linier utama (Yvin dkk., 1999).

Yield dan kualitas laminaran dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies alga (Craigie, 1990), fluktuasi musim (Yakovleva dkk., 2001) dan kondisi ekstraksi (Piculell, 1995). Kandungan laminaran dari alga coklat bervariasi sesuai musim, berkisar antara 0 - 35% dari berat kering (Black, 1948). Rendemen laminaran dari spesies *Laminaria* spp yang diisolasi dengan HCl dingin dan dipresipitasi dengan etanol dapat mencapai 36% db sesuai musim (Deville dkk., 2004). *Lessonia vadosa* tidak mengandung laminaran ketika diekstraksi secara sekuensial (Chandia dkk., 2005). Percival dan McDowel (1967) tidak memperoleh *yield* laminaran ketika mengekstraksi *L. nigrescens*, sedangkan pada *L. trabeculata* mengandung laminaran kurang dari 0.2%.

Metode ekstraksi laminaran secara garis besar dibagi menjadi dua metode yaitu ekstraksi panas dan ekstraksi dingin. Ekstraksi panas menggunakan air yang suhunya ditingkatkan bahkan dalam air mendidih, sedangkan ekstraksi dingin menggunakan senyawa kimia. Ekstraksi menggunakan air (Mohsen dkk., 2007) menghasilkan *yield* yang relatif rendah, sedangkan ekstraksi menggunakan bahan kimia khususnya asam (Yvin dkk., 1999) menghasilkan *yield* yang lebih tinggi. Selain keuntungan *yield* yang lebih tinggi, tetapi ada kekurangan ekstraksi menggunakan asam yaitu semua material sel alga terikut dalam ekstrak. Kelemahan ekstraksi menggunakan air yaitu *yield* yang diperoleh sangat rendah tetapi kandungan materialnya lebih murni. Dengan demikian perlu dicoba ekstraksi yang memadukan kedua metode, dengan harapan menghasilkan *yield* yang lebih tinggi dan mempunyai tingkat kemurnian yang lebih baik.

Penelitian yang sudah dilakukan sampai saat ini adalah mengekstraksi laminaran dengan perlakuan jenis larutan ekstraksi yang berbeda yaitu asam (Yvin dkk., 1999), air (Mohsen dkk., 2007) dan modifikasi asam dan air (Chamidah dkk., 2010). Informasi terkait efek metode ekstraksi dengan perbedaan larutan ekstraksi pada komposisi nutrisi dan kemampuan kimia laminaran dari *Sargassum duplicatum* masih sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu diteliti metode yang dapat menghasilkan laminaran (β - (1,3)-glukan) paling optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efek larutan ekstraksi dalam mengekstraksi laminaran terhadap profil gugus fungsi, *yield* dan komposisi kimia laminaran dari alga coklat *Sargassum duplicatum*.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan adalah alga coklat spesies *Sargassum duplicatum* diperoleh dari Pulau Talango Madura pada bulan Februari 2010 pada saat musim penghujan. Asam sulfat dan etanol standar teknis digunakan sebagai bahan pembantu proses pembuatan laminaran, sedangkan bahan kimia untuk pengujian menggunakan standar pro analysis (pa).

Preparasi Sampel

Sampel segar dibawa ke laboratorium menggunakan boks stereofom (lama transportasi selama 20 jam, setelah diangkat dari air). Sampel segera dicuci dengan air ledeng dan setelah bersih dari kotoran (dibuang bagian akar atau *holdfasts* dan epiphytes dan pasir) dibilas dengan air destilat. Alga bersih kemudian segera dikeringanginkan selama 3 hari, selanjutnya digiling dan diayak menggunakan saringan ukuran 10 mesh. Serbuk alga segera dikemas menggunakan kantong plastik dan divakum serta disimpan pada suhu ruang sebelum digunakan.

Ekstraksi Laminaran

Laminaran diisolasi mengadopsi metode Yvin dkk. (1999), Mohsen dkk. (2007) dan Chamidah dkk. (2010) yaitu: a) ekstraksi dengan larutan asam (LAE); b) ekstraksi dengan air (LWE) dan c) metode modifikasi (LME).

a) Ekstraksi dengan larutan asam (*Laminaran Acid Extraction* = LAE)

Lima puluh gram serbuk alga diekstraksi menggunakan asam sulfat 0,09 M (1 : 14) pada suhu 70°C selama 150 menit. Residu yang dihasilkan diekstraksi sekali lagi dengan langkah yang sama. Ekstrak yang dihasilkan dijadikan satu.

b) Ekstraksi dengan air (*Laminaran Water Extraction* = LWE)

Lima puluh gram serbuk alga diekstraksi menggunakan air (1 : 14) pada suhu 70°C selama 150 menit. Residu yang dihasilkan diekstraksi sekali lagi dengan langkah yang sama.

c) Metode modifikasi (*Laminaran Modification Extraction* = LME)

Lima puluh gram serbuk alga diekstraksi menggunakan asam sulfat 0,09 M (1 : 14) pada suhu 70°C selama 150 menit. Residu yang dihasilkan diekstraksi sekali lagi dengan menggunakan air.

Presipitasi dan Pengeringan Laminaran

Selanjutnya masing-masing campuran ekstrak diatas disentrifugasi, dan supernatan yang dihasilkan dipresipitasi

menggunakan etanol absolute (1:2). Terakhir, pellet yang dihasilkan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 72 jam. Analisis dilakukan 3 kali.

Analisis Yield

Yield dihitung berdasarkan Deville dkk. (2004) yaitu rasio mg ekstrak kering *crude* laminaran yang diperoleh dari 1 g alga kering.

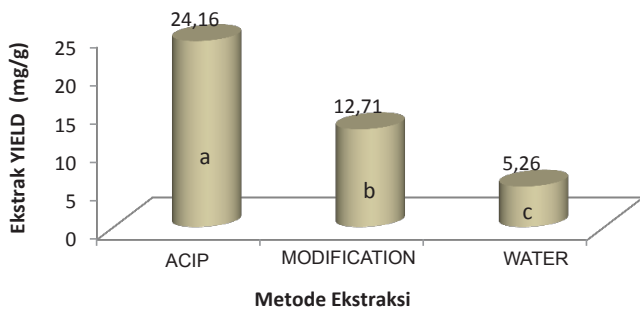
Analisis Proksimat

Analisis proksimat yang dilakukan meliputi analisis kadar air dengan cara termogravimetri (AOAC,1970), analisis protein (N-total) dengan metode Mikro-Kjedahl (AOAC, 1970), analisis kadar lemak dengan metode soxhlet (Woodman,1941 dalam Sudarmadji dkk., 1984), Analisis kadar abu dengan metode cara kering (Sudarmadji dkk., 1984). Analisis gugus fungsi (spektra FTIR) dilakukan dengan FTIR spektrometer menggunakan KBr berdasarkan Singh dkk. (2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak Yield Laminaran

Hasil pengujian *yield* laminaran alga coklat *Sargassum duplicatum* dapat dilihat pada Gambar 1. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *yield* yang dihasilkan dari metode ekstraksi yang berbeda mempunyai nilai yang berbeda sangat nyata satu dengan lainnya ($P \leq 0,05$). LAE mampu menghasilkan *yield* yang tertinggi dibandingkan LWE maupun LME.



Gambar 1. Ekstrak *yield* laminaran dengan berbagai metode ekstraksi

Hal ini disebabkan karena asam menyebabkan lisis atau terdegradasinya dinding sel lebih kuat, sehingga laminaran yang terdapat didalam sel dapat larut kedalam larutan ekstraksi secara maksimal. Selain itu tingginya *yield* yang dihasilkan ini karena ekstraksi menggunakan larutan asam menyebabkan semua komponen dari sel alga terikut dan larut kedalam larutan pengestraksi (Yvin dkk., 1999). Jika dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan air, maka *yield* yang dihasilkan sangat rendah (1/3,59 kali). Hal ini kemungkinan disebabkan karena

laminaran masih banyak tertahan didalam sel yang relatif masih utuh, sehingga sulit untuk keluar. Hal ini menyebabkan proses pelepasan zat terlarut dari matriks seluler ke dalam pelarut terhambat. Ekstraksi modifikasi (dengan asam dan air) mampu meningkatkan perolehan *yield* secara nyata (1,42 kali) dibandingkan ekstraksi dengan air, tetapi masih lebih rendah dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan larutan asam. Hal ini karena pada tahap ekstraksi pertama, asam berfungsi mendegradasi dinding sel menyebabkan komponen didalam sel dapat keluar. Pada tahap kedua dengan adanya air panas maka akan memaksimalkan perolehan *yield*.

Jika dibandingkan dengan Sulasmi (2009) ekstraksi dengan pelarut asam menggunakan spesies alga yang sama diperoleh *yield* sebesar 2.91 mg/g maka hasil penelitian yang diperoleh jauh lebih tinggi. Hal ini mungkin disebabkan karena pada penelitian ini dilakukan reekstraksi terhadap residu yang dihasilkan atau dilakukan 2 kali ekstraksi, sedangkan pada Sulasmi (2009) hanya sekali ekstraksi. Selain itu sampel dipanen pada saat musim penghujan, sehingga kondisi nutrisi alga kemungkinan berada pada posisi terendah. Deville dkk. (2004) memperoleh *yield* laminaran sebesar 200 mg/g, untuk spesies *Laminaria saccharina*. Shevchenko dkk. (2007) menggunakan *L. gurjanovae* yang diekstraksi dingin dengan larutan HCl diperoleh *yield* laminaran sebesar 17,6% sedangkan yang diekstraksi panas menggunakan air diperoleh *yield* 8,7%. Hasil penelitian menggunakan spesies *Sargassum* dengan ekstraksi asam menghasilkan *yield* yang jauh lebih tinggi, tetapi sebaliknya ekstraksi dengan air menghasilkan *yield* laminaran yang lebih rendah. Hal ini karena spesies yang digunakan memang berbeda. Craigie (1990) mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi *yield* dan kualitas laminaran salah satunya adalah spesies alga.

Gugus Fungsi

Pola gugus fungsi *crude* laminaran ditentukan menggunakan spektrometer infrared (FT-IR) mid infrared dengan frekuensi antara 4000– 370 cm^{-1} . Analisis spektra gugus fungsi dilakukan pada sampel perlakuan yang dibandingkan dengan laminaran komersial. Spectra hasil penelitian mempunyai spektrum infra merah yang sangat mirip bila dibandingkan dengan baku pembanding seperti terlihat pada Gambar 2.

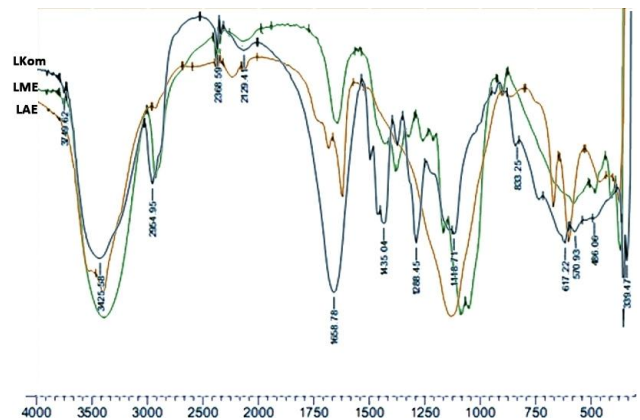
Dari spektra FT-IR hasil penelitian diperoleh hasil serapan yang identik dengan pembacaan sebagai berikut: puncak serapan (peak) pada bilangan gelombang 3600-3300 cm^{-1} merupakan daerah gugus fungsi OH (hidroksil) tepatnya pada 3425,54 cm^{-1} . Gugus C-H juga terdapat pada daerah dekat 3000 cm^{-1} yaitu 2954,95 cm^{-1} mengindikasikan tipe karbon yang terikat pada hidrogen, peak pada bilangan gelombang 1658,78 cm^{-1} merupakan daerah gugus fungsi C=O (karbonil). Puncak karakteristik untuk konfigurasi β -(1,3) dari

residu D-glukopiranosil (laminaran) menurut Xu dkk. (2006) dideteksi pada 890 cm^{-1} , puncak pada 920 cm^{-1} adalah ikatan β -(1,6) gluklan. Begitu juga Mathlouthi dan Koenig (1986) menyatakan bahwa puncak karakteristik 890 cm^{-1} adalah β -D-glukan sedangkan puncak pada 850 dan 920 cm^{-1} adalah β -D-glukan. Gonzaga dkk. (2005) dalam Jung dkk. (2007) menyatakan puncak pada 1242 adalah protein terkonjugasi gluklan. Laminaran komersial dari *L. digitata* memiliki puncak pada 833,25 cm^{-1} yang diperkirakan konfigurasi dari β -(1,3) gluklan (laminaran), dan pada 1288,45 diperkirakan protein terkonjugasi gluklan, sehingga laminaran *L. digitata* diperkirakan laminaran dengan “backbone” linier atau tidak memiliki rantai cabang serta memiliki protein terkonjugasi gluklan.

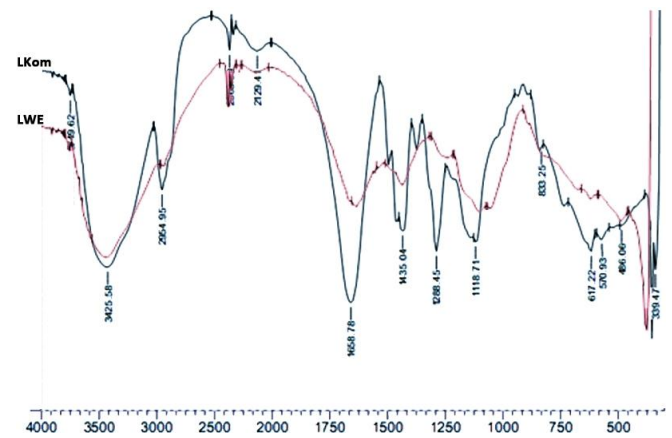
Pada ekstrak asam laminaran (LAE) muncul puncak pada bilangan gelombang 864,11 cm^{-1} , terjadi sedikit pergeseran dari 890 cm^{-1} kemungkinan identik dengan gugus β -(1,3)-D-glukopiranosil (laminaran). Pada ekstrak ini juga diperoleh puncak pada bilangan gelombang 1134,14 cm^{-1} yang identik dengan gugus protein terkonjugasi gluklan. Pada ekstrak modifikasi laminaran (LME) muncul puncak pada bilangan gelombang 833,25 cm^{-1} yang identik dengan gugus β -(1,3)-D-glukopiranosil. Pada ekstrak ini juga diperoleh puncak pada bilangan gelombang 1288,45 cm^{-1} yang identik dengan gugus protein terkonjugasi gluklan. Terjadinya sedikit perbedaan panjang gelombang kemungkinan disebabkan perbedaan jenis alga yang digunakan. Selain pergeseran bilangan gelombang, profil puncak juga relatif berbeda, hal ini mungkin disebabkan perbedaan metode ekstraksi yang digunakan. Munculnya puncak di sekitar panjang gelombang 1134-1288 cm^{-1} seiring dengan masih cukup tingginya kadar protein yang terdeteksi pada semua sampel laminaran. Dengan demikian pada metode ekstraksi dengan asam maupun modifikasi dapat menghasilkan laminaran.

Gambar 3 adalah spektra gugus fungsi ekstrak air laminaran (LWE) dan spektra laminaran komersial. Pada Gambar 3 terdapat perbedaan yang cukup signifikan yaitu tidak munculnya puncak pada bilangan gelombang sekitar 890 cm^{-1} yang identik dengan gugus β -D-glukopiranosil (laminaran) atau antara 850-920 yang identik dengan gugus -D- gluklan. Tetapi pada ekstrak LWE ini diperoleh puncak pada bilangan gelombang 1226,73 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus protein terkonjugasi gluklan. Jika dibandingkan dengan laminaran komersial (1288,45 cm^{-1}) maka terjadi sedikit pergeseran, hal ini kemungkinan karena jenis alga yang digunakan berbeda. Ketidakhadiran peak di sekitar 890 cm^{-1} yang identik dengan gugus β -D-glukopiranosil (laminaran) kemungkinan karena ketika dilakukan ekstraksi dengan air, komponen laminaran yang merupakan cadangan makanan yang terdapat di dalam sel tidak dapat terekstrak dengan

sempurna karena kuatnya dinding sel yang kemungkinan masih utuh. Hal ini didukung hasil *yield* yang juga relatif rendah.



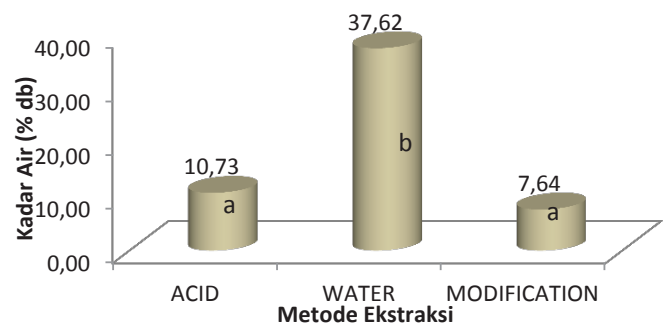
Gambar 2. Spektra gugus fungsi FT-IR laminaran komersial (*L. digitata*), LAE dan LME



Gambar 3. Kromatogram FT-IR ekstrak air laminaran (LWE)

Kadar Air Laminaran

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas suatu produk sekaligus memprediksi umur simpannya. Air merupakan salah satu komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan



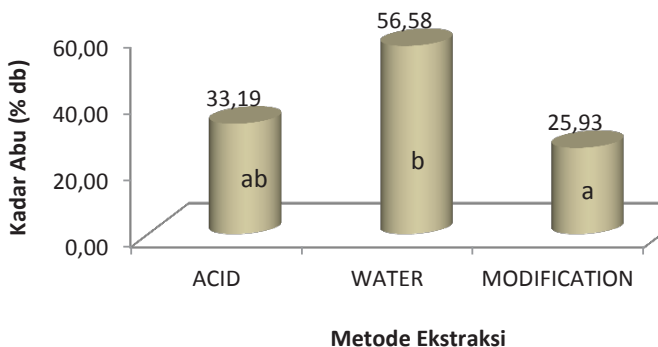
Gambar 4. Kadar air *crude* laminaran dengan berbagai metode ekstraksi

makanan ikut menentukan penerimaan konsumen, kesegaran dan daya tahan bahan tersebut (Winarno, 2002).

Hasil pengujian kadar air laminaran alga coklat *Sargassum duplicatum* dapat dilihat pada Gambar 4. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kadar air tertinggi diperoleh pada ekstraksi menggunakan air (LWE) yang berbeda secara nyata dengan kedua metode yang lain. Tingginya kadar air ekstrak air (LWE) kemungkinan disebabkan komponen yang terekstrak adalah material-material yang bersifat higroskopis. Ini menyebabkan LWE yang diperoleh lebih bersifat higroskopis. Sedangkan antara metode ekstraksi asam dan modifikasi tidak berbeda nyata. Rendahnya kadar air ini disebabkan material yang terkandung dalam ekstrak adalah material dari dinding sel termasuk fukoidan, alginat dan material lainnya selain laminarannya sendiri. Jika dibandingkan dengan Chamidah dkk. (2010) pada ekstrak asam laminaran diperoleh kadar air 9,67% dan pada ekstrak modifikasi laminaran diperoleh 7,74%, dengan kadar air awal bahan baku alga 82,20% dengan demikian nilai kadar air relatif sama. Rendahnya kadar air pada ekstrak asam maupun modifikasi sangat diharapkan, karena selain tidak bersifat higroskopis juga produk menjadi lebih tahan lama.

Kadar Abu Laminaran

Kadar abu alga berhubungan dengan konsentrasi komponen anorganik dan garam dalam lingkungan air dimana alga tumbuh. Lebih lanjut kadar abu di produk akhir makanan kemungkinan dipengaruhi oleh prosedur pencucian setelah pemanenan alga (MišurCoVá dkk., 2010). Kadar abu hasil penelitian seperti terlihat pada Gambar 5.



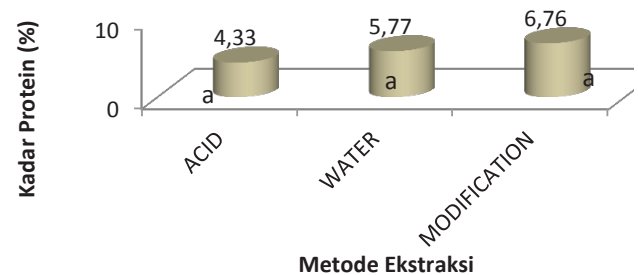
Gambar 5. Kadar abu *crude* laminaran dengan berbagai metode ekstraksi

Kadar abu hasil penelitian tertinggi diperoleh pada metode ekstraksi dengan air, dan tidak berbeda nyata dengan ekstraksi menggunakan larutan asam namun berbeda sangat nyata jika dibandingkan dengan metode modifikasi. Hal ini kemungkinan disebabkan karena dengan ekstraksi menggunakan air maka semua mineral yang mudah larut dalam air (seperti kalsium) terlarut dengan lebih baik jika

dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut asam. Hal ini didukung oleh Santoso dkk. (2006) bahwa air mendidih meningkatkan daya larut mineral khususnya kalsium. Kadar abu berkisar antara 25,93 sampai 56,58 %. Ini menandakan bahwa kadar mineral spesies *Sargassum* cukup tinggi, khususnya iodium, sehingga alga coklat secara umum dan khususnya spesies *Sargassum* cocok sebagai sumber mineral untuk diet manusia maupun ternak. Mineral adalah atribut dari asosiasi ion yang berikatan dengan polisakarida, menyebabkan polisakarida sulit dicerna di usus. Rendahnya kadar abu ekstrak asam dan modifikasi lebih disukai, karena menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu menghasilkan kemurnian yang lebih tinggi.

Kadar Protein Laminaran

Alga mengandung komponen nutrisi yang tinggi, seperti mineral, asam lemak, asam amino bebas dan protein (Santoso dkk., 2006). Kandungan protein alga cukup tinggi yaitu berkisar 4,7% dari berat kering, tetapi level ini bervariasi sesuai musim dan spesiesnya (MacArtain dkk., 2007). Kadar protein *crude* laminaran hasil ekstraksi seperti terlihat pada Gambar 6.

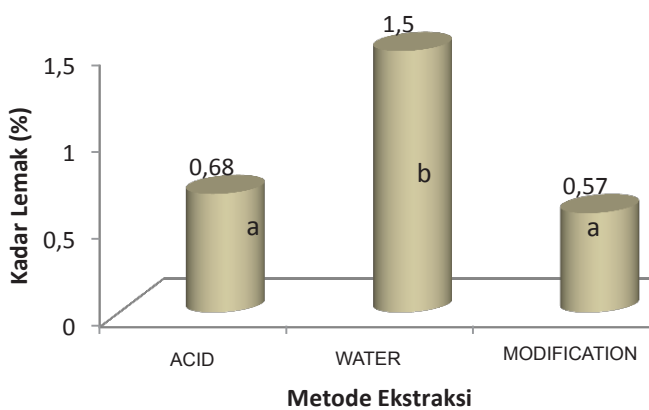


Gambar 6. Kadar protein *crude* laminaran dengan berbagai metode ekstraksi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan metode ekstraksi yang berbeda ternyata kadar proteinnya tidak berbeda nyata. Tidak adanya perbedaan ini disebabkan karena larutan ekstraksi tidak mempunyai pengaruh langsung terhadap kandungan protein yang ada dalam sel, sehingga nilainya tidak berbeda nyata dengan protein alga (4,7%) (MacArtain dkk., 2007).

Kadar Lemak Laminaran

Alga mengandung lemak lebih dari 2% dan kebanyakan kandungan lemaknya adalah *polyunsaturated fatty acids* (PUFA). Sebagian besar PUFA terdiri dari lemak omega-3 dan omega-6 dengan rasio yang sesuai kebutuhan diet (MacArtain dkk., 2007). Dari hasil penelitian diperoleh hasil seperti pada Gambar 7. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kadar lemak dari ekstraksi air menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dengan metode ekstraksi yang lain.



Gambar 7. Kadar lemak *crude* laminaran dengan berbagai metode ekstraksi

Hal ini kemungkinan dengan ekstraksi menggunakan air maka lemak yang terkandung pada alga tidak rusak sehingga hasil yang diperoleh dapat maksimal. Dengan adanya senyawa asam maka kemungkinan sebagian lemak terurai menjadi senyawa lain sehingga lemak yang terdeteksi relatif rendah. Kadar lemak yang rendah ini memang diharapkan pada ekstrak laminaran, sehingga produk yang dihasilkan tidak mudah rusak atau *rancid*.

KESIMPULAN

Ekstraksi dengan asam maupun modifikasi lebih efisien daripada ekstraksi dengan air, dengan *yield* relatif lebih tinggi (3,59 dan 1,42 kali). Dengan metode ekstraksi asam (LAE), dan modifikasi (LME) menunjukkan hadirnya senyawa laminaran (β -(1,3)-D-glukopiranosil). Sedangkan ekstraksi menggunakan air (LWE) tidak menunjukkan adanya laminaran. Secara umum nilai *yield* ekstrak asam lebih tinggi, diikuti ekstrak modifikasi dan ekstrak air. Ekstrak asam dan modifikasi mempunyai kadar air, abu dan kadar lemak yang lebih rendah daripada ekstrak air kecuali kadar protein yang tidak berbeda. Metode ekstraksi dengan larutan asam merupakan metode yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC (1970). *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists*, 15th ed., Virginia.

Black, W.A.P. (1948). The seasonal variation in chemical constitution of some of the sublittoral seaweeds common to Scotland. *Society of Chemical Industry* **67**: 165-176.

Chamidah, A., Marsono, Y., Harmayani, E. dan Hariyadi. (2010). Ekstraksi, purifikasi dan karakterisasi fisik, kimia, dan fermentasi *in vitro* laminaran dari alga coklat

Sargassum duplicatum. *Prosiding Seminar Nasional Patpi*, Jakarta.

Chandia N.P., Betty, M., Johanna S.O. dan Andres, M. (2005). Carbohydrates from the sequential extraction of *Lessonia vadosa* (Phaeophyta). *Chilean Chemical Society* **50**(2): 501-504.

Craigie, J.S. (1990). Cell wall. *Dalam*: Cole, K.M., Sheath, R.G. (Ed) *Biology of The Red Algae*, hal 221-257. Cambridge University Press, Cambridge.

Deville, C., Jacques, D., Philippe, F., Guy, D. dan Olivier, P. (2004). Laminarin in the dietary fibre concept. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **84**:1030-1038.

Jung, H.K., Hong, J.H., Park, S.C., Park, B.K., Nam, D.H. dan Kim, S.D. (2007). Production and physicochemical characterization of β -glucan produced by *Paenibacillus polymyxa* JB 115. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* **12**: 713-719.

MacArtain, P., Gill, C.I.R., Brooks, M., Campbell, R. dan Rowland, I.R. (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition Reviews* **65**(12).

Mathlouthi, M. dan Koenig, J. (1986). Vibrational spectra of carbohydrate. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry* **44**: 27-34.

MišurCoVá, L., KráčMar, S., KLeJduS, B. dan VaCeK, J. (2010). Nitrogen content, dietary fiber, and digestibility in algal food products. *Czech Journal of Food Sciences* **28**(1): 27-35.

Mohsen, M.S., Asker, S.F.M., Ali, F.M. dan El-Sayed, O.H. (2007). Chemical structure and antiviral activity of water-soluble sulfated polysaccharides from *Sargassum latifolium*. *Journal of Applied Sciences Research* **3**(10): 1178-1185.

Percival, E. dan McDowell, R.H. (1967). *Chemistry and Enzymology of Marine Algae Polysaccharides*, Academic Press, London, pp. 157-164.

Picullell, L. (1995). *Gelling carrageenans*. *Dalam*: Stephen A.M. (Ed.). *Food Polysaccharides and Their Applications*, hal 205-244. Marcel Dekker, New York, USA.

Santoso, J., Yoshie-Stark, Y. dan Suzuki, T. (2006). Comparative contents of mineral and dietary fibres in several tropical seaweeds. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* **IX**(1).

Shevchenko, N.M., Anastyuk, S.D., Gerasimenko, N.I., Dmitrenok, P.S., Isakov, V.V. dan Zvyagintseva, T.N. (2007). Polysaccharide and lipid composition of the brown seaweed *Laminaria gurjanovae*. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry* **33**(1): 88-98.

- Singh, N., Chawla, D. dan Singh, J. (2004). Influence of acetic anhidrida on physicochemical, morphological and thermal properties of corn and potato starch. *Food Chemistry* **86**: 601-608.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi (1984). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Hasil Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Sulasmi (2009). *Pengaruh Pemberian Presipitat yang Berbeda terhadap Karakteristik Ekstrak Laminaran pada Alga Coklat (Sargassum duplicatum) dengan Menggunakan Dua Metode yang Berbeda*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Tseng, C.K., Yoshida, T. dan Chiang, Y.M. (1985). East Asiatic species of *Sargassum* suguens *Bactrophyucus* J. Agardh (*Sargassaceas*, *Fucales*), with keys to the sections and species. *Dalam: Abbott, I.A. dan Norris, J.N. (eds). Taxonomy of Economic Seaweeds*, hal 1-14. California Sea Grant Program, University of California, CA.
- Usov, A.I. dan Kir'yanov, A.V. (1994). Polysaccharides of algae. 47. Isolation of fucoidan fractions from the brown seaweed *Laminaria cichorioides* Miyabe (in Russian). *Russian Journal of Bioorganic Chemistry* **20**(12): 1342-1347.
- Wang, W.L., dan Chiang, Y.M. (1994). Potential economic seaweeds of Hengchun Peninsula. Taiwan. *Economics Botanical* **48**: 182-189.
- Winarno, F.G. (2002). *Pengantar Teknologi Pangan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, Hal 59.
- Xu, J., Chang, T., Inglett, G.E., Carriere, C.J., dan Tseng, Y. (2006). Multiple-particle tracking study of the microheterogeneity of Nutrim-10 suspensions. *Cereal Chemistry* **83**(1): 37-41.
- Yakovleva, I.M., Yermak, I.M., Titlyanov, E.A., Barabanova, A.O., Glazunov, V.P. dan Skriptsova, A.V. (2001). Changes in growth rate, anatomy and polysaccharide content of a sterile form of *Tichocarpus crinitus* (Gmel.) Rupr. (*Rhodophyta*, *Tichocarpaceae*) grown under differing photon irradiances in the sea of Japan, *Russia*. *Botanical Marines* **44**: 493-500.
- Yvin, J.C., LeVasseur, F. dan Hud'Homme, F. (1999). Use of laminarin and oligosaccharides derived therefrom in cosmetics and for preparing a skin treatment drug. *US Patent* 59 80 916.
- Zemke-White, W.L. dan Ohno, M. (1999). World seaweed utilization: an end-of-century summary. *Journal of Applied Phycology* **11**: 369-376.
- Zvyagintseva, T.N., Shevchenko, N.M., Chizhov, A.O., Krupnova, T.N., Sundukova, E.V. dan Isakov, V.V. (2003). Water-soluble polysaccharides of some far-eastern brown seaweeds. Distribution, structure, and their dependence on the developmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **294**: 1-13.