

Proses Ekstraksi dan Karakterisasi Fisika Kimia Bubuk Agar *Gracilaria* sp. Skala Laboratorium di PT. Java Biocolloid Surabaya

Extraction Process and Physics Chemical Characterization of Agar Powders from *Gracilaria* sp. Laboratory Scale in PT. Java Biocolloid Surabaya.

Nidya Tria Yolanda¹ dan Agustono^{2*}.

¹Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya 60115

²Departemen MKIBP, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya 6015

*guston_bp@yahoo.com

Abstrak

Rumput laut merupakan salah satu komoditi laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi, karena pemanfaatannya yang demikian luas, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia industri, sehingga memiliki pasar yang luas dalam negeri maupun luar negeri. Rumput laut mengandung senyawa hidrokoloid seperti karagenan, agar dan alginat. Agar merupakan produk utama yang dihasilkan dari rumput laut terutama dari kelas *Rhodophyceae*, seperti *Gracilaria*, *Gellidium*. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisika kimia bubuk agar dari spesies *Gracilaria* sp. di PT. Java Biocolloid, Surabaya. Penelitian akan dilaksanakan di PT. Java Biocolloid, Kelurahan Krembangan, Kecamatan Krembangan, Kota Surabaya. Kegiatan ini akan dilaksanakan pada 1 Februari – 26 Februari 2016. Metode kerja yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pengambilan data meliputi data primer dan data sekunder. Pengambilan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara, partisipasi aktif, dan studi pustaka. Pihak *quality control research and development* PT. Java Biocolloid Surabaya melakukan pengujian karakteristik kimia dan fisika bubuk agar diantaranya yaitu granulometri, *turbidity*, pH, *gel strength*, viskositas dan kadar air. Nilai granulometri bubuk agar adalah 100% pass *meshsize* 60. Bubuk agar memiliki nilai turbiditas 11,0 – 29,9 NTU, nilai pH 6,4 – 6,8, *gel strength* 800 – 1000 g/cm, viskositas 17 – 19 cP dan kadar air 8 – 11 %. Kualitas fisika kimia bubuk agar yang diproduksi oleh PT. Java Biocolloid sudah memenuhi standar kualitas bubuk agar yang baik sesuai dengan standar kualitas bubuk agar oleh pihak konsumen baik nasional maupun internasional.

Kata Kunci : Rumput Laut, Ekstraksi, Bubuk Agar, Karakteristik Fisika Kimia

Abstract

Seaweed is one of the sea commodities have high economic value, because of extensive utilization, in daily activity as well as in the industrial world, so it has a vast domestic market and abroad. Seaweed contains hidrocoloid compounds such as carrageenan, agar and alginate. It has the main product from *Rhodophyceae*, such as *Gracilaria*, *Gellidium*. The purpose of Research is to determine the characteristics of chemical physics powdered agar from *Gracilaria* sp. PT. Biocolloid Java, Surabaya. Activity Research will be implemented at PT. Java Biocolloid, Kembangan Sub-District, District Krembangan, Surabaya. This activity will be held on February 1 to February 26, 2016. The research methods used in Field Work Practice is descriptive method with data collection included primary data and secondary data. Data were collected by observation, interview, active participation, and literature. The of chemical physics powder to be conducted by the quality control, research and development PT. Java Biocolloid Surabaya include granulometri, *turbidity*, pH, *gel strength*, viscosity and water content. The value of granulometri powder that is 100% pass *meshsize* 60. The powder that has a turbidity value of 11.0 to 29.9 NTU, pH 6.4 to 6.8, the *gel strength* 800-1000 g / cm, viscosity 17-19 cP and moisture content 8-11%. The quality of chemical physics powdered agar produced by PT. Java Biocolloid already meets the quality standards to be a good powder in accordance with the quality standards powdered agar by the consumer both nationally and internationally.

Keywords: Seaweed, Extraction, Agar Powders, Chemical Physics Characterization

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km dan luas laut sekitar 3,1 juta km² (Dahuri, 2004). Indonesia terdiri dari 70% perairan dan 30% daratan merupakan kawasan pesisir lautan yang memiliki berbagai sumber daya hayati yang sangat besar dan beragam. Berbagai sumberdaya hayati merupakan potensi pembangunan yang sangat penting sebagai sumber-sumber pertumbuhan ekonomi baru (Murdinah, 2011).

Rumput laut merupakan kekayaan hayati Indonesia. Indonesia memiliki sekitar 18.000 jenis rumput laut di seluruh dunia dan 25 jenis diantaranya memiliki nilai ekonomi tinggi. Indonesia terdapat 555 jenis rumput laut dan empat jenis diantaranya dikenal sebagai komoditas ekspor, yaitu *Euchema* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp., dan *Sargasum* sp. (Alamsjah dkk, 2011).

Rumput laut atau *seaweed* adalah tumbuhan sederhana yang tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati (Komarawidjaja, 2005). Rumput laut (*seaweed*) merupakan salah satu komoditi laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi, karena pemanfaatannya yang demikian luas, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia industri, sehingga

memiliki pasar yang luas dalam negeri maupun luar negeri (Widyastuti, 2010).

Rumput laut mengandung senyawa *hidrocoloid* seperti karagenan, agar dan alginat. Karagenan dan agar dihasilkan oleh rumput laut (alga) merah (*Rodhophyceae*) (Widyastuti, 2008), sedangkan alginat dihasilkan oleh alga coklat (*Phaeophyceae*) (Widyastuti, 2009).

Agar merupakan produk utama yang dihasilkan dari rumput laut terutama dari kelas *Rhodophyceae*, seperti *Gracilaria* dan *Gelidium*. Agar memiliki kemampuan membentuk lapisan gel atau film, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemulsi (*emulsifier*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel, pensuspensi, pelapis, dan inhibitor (Suparmi, 2009).

Industri produksi agar-agar di Indonesia menggunakan metode yang melibatkan ekstraksi rumput laut dengan pelarut asam pada suhu tinggi (Anggadiredja dkk., 2002). Polisakarida sangat mudah terhidrolisis menjadi monosakarida dalam suasana asam, karena larutan asam bersifat katalisator (Distantina dkk., 2008).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka hasil ekstrak agar yang berkualitas dipengaruhi oleh proses produksi diantaranya yaitu jenis pelarut, waktu ekstraksi dan suhu ekstraksi. Proses produksi meliputi penerimaan bahan baku,

proses ekstraksi hingga pengujian sifat fisika kimia kualitas hasil ekstraksi rumput laut *Gracilaria verrucosa* melalui kegiatan Praktek Kerja Lapang di PT. Java Biocolloid Surabaya.

Tujuan pelaksanaan Penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari secara langsung proses produksi bubuk agar skala laboratorium di PT. Java Biocolloid, mengetahui karakteristik fisika kimia bubuk agar dari spesies *Gracilaria* sp. Dan mengetahui hambatan dalam kegiatan pengujian parameter hasil pengekstraksian rumput laut dalam menghasilkan produk agar dari spesies *Gracilaria* sp.

PELAKSANAAN

Kegiatan Penelitian telah dilaksanakan di PT. Java Biocolloid Surabaya pada tanggal 1 Februari-26 Februari 2016. Metode kerja yang digunakan dalam Praktek Kerja Lapang ini adalah metode deskriptif dengan pengambilan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer dapat berupa hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), wawancara, dan partisipasi aktif (Nazir, 2011).

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat untuk pertamakalinya melalui prosedur dan teknik pengambilan

data yang berupa *interview*, observasi, partisipasi aktif maupun menggunakan instrument pengukuran yang khusus sesuai tujuan (Azwar, 2010).

Data sekunder adalah data yang diperoleh lewat pihak lain tidak langsung diperoleh dari peneliti dari subyek penelitiannya. Data sekunder biasanya berupa data dokumentasi atau data laporan yang tersedia (Azwar, 2010). Data sekunder ini akan diperoleh dari laporan, dokumentasi, pustaka yang menunjang, dan data lembaga penelitian yang berhubungan dengan proses pengolahan rumput laut dan hasil pengolahan tersebut serta apa yang menjadi karakteristik fisika kimia hasil ekstraksi di PT. Java Biocolloid Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Ekstraksi Rumput Laut

Proses ekstraksi *Gracilaria* sp. hingga menjadi bubuk agar skala laboratorium secara umum sama dengan proses yang dilakukan pada skala industri. Peralatan yang digunakan pihak laboratorium lebih sederhana namun memiliki fungsi yang sama. Proses ekstraksi rumput laut menjadi bubuk agar adalah melalui serangkaian proses seperti, persiapan bahan utama rumput laut *Gracilaria* sp. sebanyak 1.5 kg, *alkaly*

treatment, acid treatment, bleaching, ekstraksi hingga menjadi bubuk agar.

Proses pembuatan bubuk agar dimulai dari proses perendaman alkali menggunakan NaOH pada *Gracilaria verrucosa* yang sudah dikeringkan. Perlakuan alkali menggunakan perbandingan 1:10 yaitu 1,5 kg *Gracilaria verrucosa* kering dengan 15 L larutan NaOH 1,5 N. Proses ini dilakukan didalam mini ekstraktor dan proses ini dilakukan pemanasan hingga suhu 110 °C selama satu jam. Proses selanjutnya adalah pencucian. Tahap ini dilakukan pencucian menggunakan air tawar 17 L. Pencucian dilakukan selama 20 menit sebanyak 6 kali agar pH menjadi netral.

Tahap perendaman asam yang pertama menggunakan HCl dan AC02 (*Oxalic acid*) yang dilarutkan dalam 15 L air RO (*Reverse Osmosis*). Proses perendaman asam dilakukan selama 20 menit kemudian dilakukan pengukuran pH. pH air perendaman adalah 7,12. Lama perendaman tidak mempengaruhi rendemen ekstrak. Tujuan dari perendaman asam ini adalah untuk membersihkan komponen-komponen pengganggu yang menempel pada rumput laut dan untuk melunakkan *Gracilaria* karena terjadi proses hidrolisis selama perendaman sehingga mempermudah proses ekstraksi. Proses pencucian setelah perendaman asam

dilakukan sebanyak 3 kali selama 20 menit. Pencucian menggunakan air sumur sebanyak 17L. Setiap proses pencucian dilakukan pengukuran pH. pH setelah pencucian adalah 7,5.

Tahap *bleaching* adalah tahap perendaman *Gracilaria verrucosa* menggunakan 5 gram kaporit dalam 15L air RO (*Reverse Osmosis*) selama 30 menit. Proses *bleaching* adalah proses pemucatan atau penghilangan pigmen yang adadalam rumput laut. Proses *bleaching* perlu dilakukan karena pigmen yang ada dalam *Gracilaria verrucosa* akan mempengaruhi warna bubuk agar yang dihasilkan. Proses selanjutnya adalah pencucian sebanyak 3 kali selama 20 menit. Proses pencucian dilakukan menggunakan air sumur sebanyak 17 liter. Pencucian ini untuk melarutkan sisa air perendaman *bleaching* dan menetralkan pH.

Proses perendaman asam yang kedua menggunakan HCl selama 20 menit. Perendaman asam yang kedua ini bertujuan untuk memperoleh rumput laut yang lebih hancur supaya mudah ketika proses ekstraksi. Pencucian setelah tahap perendaman asam yang kedua menggunakan air RO 17 liter selama 20 menit. Pencucian dilakukan sebanyak dua kali untuk menetralkan pH dan fungsi dari

air RO (*Reverse Osmosis*) sendiri untuk mengikat senyawa pencemar.

Ekstraksi *Gracilaria verucosa* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*) sebanyak 12 liter dengan suhu 110 °C selama satu jam. Penggunaan air RO sebagai pelarut proses ekstraksi karena air RO (*Reverse Osmosis*) mampu melarutkan mineral-mineral yang ada dalam *Gracillaria verrucosa*. Ekstraksi agar-agar dari rumput laut ini dilakukan pada kondisi netral, karena apabila agar-agar pada kondisi asam akan terhidrolisis sehingga akan mengurangi kekuatan gel. Ketika proses ekstraksi dilakukan pengadukan secara terus menerus hingga rumput laut menjadi bubuk supaya pemanasan dapat merata dan *fluks* panas konstan sehingga agar-agar yang terlarut pelarut lebih banyak dan lebih cepat.

Proses filtrasi dilakukan secara manual yaitu menggunakan alat penyaring. Filtrasi dilakukan untuk memisahkan ekstrak yang terlarut dalam air dari ampasnya. Filtrat dimasukkan kedalam wadah dan kemudian disimpan untuk proses pendinginan. Selama proses pendinginan berlangsung proses gelling. Proses pendinginan sekaligus gelling berlangsung selama 12 jam pada suhu ruang.

Proses *membrane press* dilakukan secara manual. Agar-agar dimasukkan

kedalam kain yang memiliki kerapatan tinggi kemudian diletakkan di meja *hydraulic jack*. Pengisian dilakukan secara merata untuk mendapatkan hasil pengepresan berupa lembaran agar. Agar dipres secara perlahan-lahan dan berulang hingga tidak ada lagi air yang terperangkap atau terdapat padapori-pori agar.

Chips dikering anginkan hingga kering sehingga mudah pada proses selanjutnya, yaitu *milling*. Proses *milling* menggunakan alat yang disebut *miller*. Proses *milling* dilakukan dengan kecepatan 3450 rpm. Didalam *miller* dipasang *meshsize*. Hasil dari proses *milling* dilakukan pengayakan *meshsize* 60. *Miller* dilengkapi dengan dua buah wadah kain yang berfungsi untuk menampung serbuk agar yang dihasilkan dari proses penggilingan. Selain itu, wadah kain berfungsi menjaga bubuk agar hasil penggilingan sehingga tidak bertebaran keluar. *Chips* dimasukkan secara perlahan kedalam lubang *miller*. Tujuan proses penggilingan adalah untuk mendapatkan serbuk agar yang memenuhi standar mutu yang diinginkan oleh perusahaan.

Uji Kualitas Fisika Kimia Bubuk Agar

Proses ekstraksi *Gracilaria verrucosa* menghasilkan 10% rendemen. Bubuk agar disimpan dalam wadah palstik untuk proses prngujian kualitas fisika

kimia. Bubuk agar dilakukan pengujian granulometri, *turbidity*, pH, *gel strength*, viskositas dan kadar air. Hasil pengujian kualitas fisika kimia bubuk agar dapat dilihat pada Tabel 1.

Bubuk agar yang diproduksi oleh PT Java Biocolloid 100 % pass 60 *mesh size*. Maksud dari 100% pass 60 *mesh size* adalah bubuk agar lolos 100% ketika dilakukan penyaringan menggunakan alat

Tabel 1. Hasil Pengujian Kualitas Bubuk Agar

No.	Fisikokimia	Nilai	Standar
1.	Granulometri	100 % pass <i>mesh size</i> 60	60 <i>mesh size</i>
2.	<i>Turbidity</i>	18 - 21 NTU	25-35 NTU
3.	pH	6,4 – 6,8	6-7
4.	<i>Gel Strength</i>	800 – 1000 g/cm	150-600 g/cm ²
5.	Viskositas	17 – 19 cP	15 cP
6.	Kadar Air	8 -11 %	15-21 %

Kualitas agar dari rumput laut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas bibit yang akan ditanam, pemilihan lokasi untuk budidaya rumput laut, metode budidaya, umur panen, pemeliharaan dan penanganan pasca panen serta proses pengolahannya. Rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada umumnya dipanen saat memiliki umur panen 60 hari atau 2 bulan. Pemanenan rumput laut *Gracilaria* sp. budidaya dilakukan setelah tanaman berumur 3-4 bulan (panen berikutnya 2 bulan), tergantung kesuburan lahan tambak (Santika, 2014).

siever ukuran 60 *mesh* atau 0,25mm. Ukuran bubuk agar mempengaruhi pH dan banyak tidaknya kandungan mineral yang terkandung didalamnya (Suryani dkk, 2015).

Hasil uji kualitas bubuk agar untuk pengukuran *turbidity* di PT. Java Biocolloid adalah 18-21 NTU. Tingkat kekeruhan dari bubuk agar ditentukan dalam satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Menurut Wenten (2002), *Turbidity* agar yang baik adalah berkisar 25-35 NTU. Nilai Turbiditas bubuk agar dipengaruhi oleh kandungan garam sodium yang didapatkan larutan basa NaOH dalam

proses ekstraksi agar (Saputra, 2012). Turbiditas *agar* dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan ketika proses pemasakan. PT Java Biocolloid melakukan proses pemasakan bubuk agar menggunakan larutan TDS 0, dimana larutan ini memiliki keunggulan yaitu tidak terdapat kandungan bahan-bahan organik didalamnya (Habiebah dan Retnaningdyah, 2014). Menurut Murdinah (2011), kualitas larutan yang digunakan pada waktu ekstraksi mempengaruhi turbiditas bubuk agar yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 2, nilai pH bubuk agar di PT. Java Biocolloid adalah 6,4 – 6,8. Menurut Rosulva (2008) nilai pH bubuk agar adalah 6 – 7. Nilai pH merupakan suatu nilai yang menunjukkan derajat keasaman suatu bahan. Hal ini berarti bahwa pH atau derajat keasaman suatu bahan berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri (Falah dkk, 2014).

Nilai pH yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor. pH agar dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan, suhu ekstraksi, dan umur bahan baku yang digunakan. Pada nilai pH *agar* 6.58-6.89, kekuatan gel yang dihasilkan berkisar antara 502-692 gr/cm²/sec (Murdinah, 2011). Penggunaan metode alkali di awal perlakuan menentukan nilai pH yang dapat mempengaruhi standar mutu

agar seperti *gel strength* (Salamah dkk, 2006).

Berdasarkan Tabel 1, nilai *gel strength* agar di PT. Java Biocolloid adalah 800 – 1000 g/cm². Menurut Kusumo (2013) nilai *gel strength* agar adalah 150 – 600 g/cm². *Gel strength* agar di PT. Java Biocolloid memiliki nilai yang lebih tinggi karena proses-proses sebelum ekstraksi dilakukan yang dapat meningkatkan *gel strength*. Perlakuan basa sebelum proses ekstraksi dapat mengurangi kadar sulfat, karena sulfat atau gugus sulfat pada rumput laut penghasil agar terakumulasi pada dinding sel dan terikat bersama-sama dengan agar. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka nilai kekuatan gel akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan NaOH adalah salah satu bahan kimia yang bersifat basa, dan pada proses perlakuan alkali ini NaOH dapat menghilangkan kandungan sulfat yang terdapat pada rumput laut. Kandungan sulfat yang masih tinggi pada rumput laut akan menurunkan kekuatan gel agar yang dihasilkan.

Kekuatan gel juga dipengaruhi oleh faktor masa panen. Menurut Distantina dkk. (2010), semakin tua umur panen, kekuatan gel yang dihasilkan cenderung meningkat dan akan menurun setelah mencapai puncak pertumbuhan. Hasil kekuatan gel tertinggi adalah pada *Gracilaria* dengan masa panen 60 hari, hal

ini diduga produksi polisakarida yang tertinggi pada rumput laut tersebut telah tercapai. Produksi polisakarida ini akan mempengaruhi kekuatan gel yang dihasilkan (Santika, 2014).

Berdasarkan Tabel 1, nilai viskositas agar di PT. Java Biocolloid adalah 17-19 cP. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai viskositas bubuk agar yang diproduksi oleh PT Java Biocolloid memenuhi standard yang ditetapkan oleh FAO yaitu minimal 15 cP (centipoises) (Saputra, 2012).

Nilai viskositas bubuk agar yang dihasilkan dari proses ekstraksi dipengaruhi oleh perendaman alkali. Semakin tinggi NaOH yang digunakan maka nilai viskositasnya juga meningkat. Nilai viskositas berbanding lurus dengan kekuatan gel (Santika, 2014). Hal ini disebabkan dengan meningkatnya kekuatan gel maka akan menyebabkan tingginya gaya gesek yang terjadi dalam agar sehingga viskositas juga akan semakin tinggi. Menurut Santika (2014), hasil nilai viskositas meningkat dengan bertambahnya nilai kekuatan gel agar pada rumput laut *Gracilaria* sp.

Tingginya kadar air suatu bahan dapat menyebabkan konsentrasi dalam bahan tersebut menurun yang berpengaruh pada kekuatan gel. Penurunan kekuatan gel terjadi jika gel yang terbentuk rendah maka

kadar air tinggi (Insan, 2012). Kadar air berpengaruh pada masa simpan bubuk agar dan menunjukkan kestabilan serta indeks mutu bahan. Bubuk agar dengan kadar air rendah tidak mudah rusak dibandingkan bubuk agar dengan kadar air tinggi.

Berdasarkan Tabel 1, secara umum nilai kadar air bubuk agar yang diproduksi oleh PT Java Biocolloid menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada nilai standart komersial. Agar dengan tingkat kemurnian tinggi akan memiliki nilai kadar air yang semakin rendah karena pada rongga struktur molekul agar terdapat komponen-komponen pengotor (impurities) yang dapat mengikat air. Agar murni impurities telah direduksi sehingga kadar airnya rendah (Abdullah dan Suptijah, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan Penelitian pembuatan bubuk agar di PT Java Biocolloid dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses pembuatan bubuk agar ekstrak *Gracilaria verucosa* di PT Java Biocolloid melalui tahapan perendaman alkali, pencucian, perendaman asam pertama, pencucian, *bleaching*, pencucian, perendaman asam yang kedua, pencucian, ekstraksi, filtrasi, *cooling*, *gelling*, *membrane press*, *chips*, *drying*, dan *milling*.

2. Bubuk agar yang diproduksi oleh PT. Java Biocolloid memiliki nilai standard dalam menentukan kualitas fisika kimia bubuk agar. Nilai granulometri 100% pass *mesh size* 60, Turbidity 18 - 21 NTU, pH 6,4-6,8, kekuatan gel 800-1000 g/cm, viskositas 17-19 dan kadar air 8-11% maksimal 18%.
3. Hambatan yang terdapat pada PT. Java Biocolloid antara lain kecurangan dari pemasok bahan baku rumput laut, mesin yang tidak dapat digunakan sehingga proses produksi tidak berjalan dengan lancar, terjadi kontaminasi silang selama proses distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Asadatun dan Pipih Suptijah. 2006. Pengaruh Penambahan Berbagai Konsentrasi Kitosan terhadap Mutu Agar Bakto *Gracilaria* sp. Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan
- Alamsjah, M.A., R.F. Christiana, dan S. Subekti. 2011. Pengaruh Fermentasi Limbah Rumput Laut *Gracilaria* sp. dengan *Bacillus subtilis* Terhadap Populasi Plankton Chlorophyceae. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan 3 (2)
- Anggadiredja, J.T., Zalnika, A., Purwoto, H., dan Istini, S., 2002. Rumput Laut, Penebar Swadaya, Jakarta
- Azwar, S. 2010. Metode Penelitian. Pustaka Belajar. Yogyakarta. Hal. 198
- Cahyo S., Rini S. 2011. Kiat Sukses Budidaya Ikan Nila. Lily Publisher. Page 64-66 dan 111-120. Yogyakarta.
- Distantina, S., D.R. Anggraeni, L.E. Fitri. 2008. Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Larutan Perendaman terhadap Kecepatan Ekstraksi dan Sifat Gel Agar-agar dari Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. Jurnal Rekayasa Proses 2 (1)
- Distantina, S., Fadilah, Rochmadi, dan M. Fahrurrozi, Wiratni. 2010. Proses Ekstraksi Karagenan *Eucheuma cottonii*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses Universitas Gadjah Mada
- Falah, M. A. F., Khuriyati, N., Nurulfatma, R., dan Dewi K. 2013. *Controlled Environment With Artificial Lighting For Hydroponics Production System*. Journal of Agricultural Technology. 9 (4): 769-777
- Habiebah, R. A. S., dan Retnaningdyah, C. 2014. Evaluasi Kualitas Air Akibat Aktivitas Manusia di Mata Air Sumber Awan dan Salurannya, Singosari Malang. Jurnal Biotropika 2 (1) : 40-45
- Insan, Ilalqisny dan Dwi Sunu. 2012. Peningkatan Kualitas Produk "Agar" Rumput Laut *Gracilaria gigas* dengan Penambahan Iota Karagenan Melalui Pemanasan Model " Smog Steam". Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah 10(2)
- Komarawidjaja, W. 2005. Rumput Laut *Gracilaria* sp. sebagai Fitoremediasi Bahan Organik Perairan Tambak Budidaya. Jurnal Teknologi

- Lingkungan P3TL-BPPT 6 (2):410-415
- Makasar : Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin
- Kusuma, Gunawan dan Rini. 2013. Pengaruh Konsentrasi NaOH yang Berbeda terhadap Mutu Agar Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. Journal Of Marine Research 2 (2) : 120-129
- Murdinah. 2011. Prospek Pengembangan Produk Berbasis Rumput Laut *Eucheuma spinosm* Dari Nusa Penida, Bali. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur
- Nazir, M. 2011. Metode Penelitian. Cetakan Ketujuh. Penerbit Ghalia Indonesia. Bogor. hal. 54
- Rosulva, Indah. 2008. Pembuatan Agar Bakto Dari Rumput Laut *Gelidium* sp. Dengan Kitosan Sebagai Absorben. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Salamah, Ella, A.C. Erungan, dan Y. Retnowati. 2006. Pemanfaatan *Gracilaria* sp. Dalam Pembuatan Permen *Jelly*. Buletin Teknologi Hasil Perikanan 9 (1)
- Santika, L.G., Widodo, F., dan Romadhon. 2014. Karakteristik Agar Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Budidaya Tambak dengan Perlakuan Konsentrasi Alkali pada Umur Panen yang Berbeda. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan 3(4) : 98-105
- Saputra, R. 2012. Pengaruh Konsentrasi Alkali Dan Rasio Rumput Laut-Alkali Terhadap Viskositas dan Kekuatan Gel *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*. Skripsi.
- Suparmi dan A. Sahri. 2009. Mengenal Potensi Rumput Laut: Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Indudtri Dan Kesehatan. Sultan Agung XLIV (118)
- Suryani, Irma, Sri Waluyo, dan Mahrus Ali. 2015. Karakteristik Kualitas Karagenan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Perlakuan Bleaching yang Berbeda : Kajian Kualitas Organoleptik dan Proksimat. Jurnal Teknik Pertanian Lampung 4(3) :161- 168
- Wenten. 2002. Teknologi Membran dalam Pengembangan Agroindustri : Produksi Bersih dalam Industri Tapioka. Seminar Nasional BK Teknik Pertanian dan BK Kimia, PII, Jakarta, Juni 2002
- Widyastuti, S., 2008. Pengolahan pasca panen alga hijau Strain Lokal Lombok menjadi karagenan dengan metode pengendapan etanol dan isopropanol. Majalah Ilmiah Oryza Universitas Mataram vol VII/No 3
- Widyastuti, S., 2009. Pengolahan paska panen alga merah Strain Lokal Lombok menjadi agar menggunakan beberapa metode ekstraksi. Jurnal Lembaga Penelitian Unram VOL 2(14)63-72
- Widyastuti, Sri. 2010. Sifat Fisik dan Kimiawi Karagenan Yang Diekstrak Dari Rumput Laut *E.cottonii* dan *E.spinsum* Pada Umur Panen Yang Berbeda. Agroteksos 20 (1)
- Winarno, Florentinus Gregorius. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput

Laut. Pustaka Sinar Harapan.
Jakarta. Hal. 63-67