

PROSPEK PRODUKSI AGAROSA DAN AGAR MIKROBIOLOGI DI INDONESIA

Dina Fransiska, Murdinah^{*)}

ABSTRAK

Rumput laut selain sebagai penghasil agar untuk makanan juga dapat menghasilkan agarosa dan agar mikrobiologi yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Selama ini di Indonesia agar telah digunakan secara luas dalam industri pangan namun belum banyak dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi. Seiring dengan perkembangan penelitian di bidang bioteknologi, permintaan pasar internasional untuk agar mikrobiologi terus meningkat. Bahan baku yang cukup tersedia dan tumbuh tersebar di wilayah perairan Indonesia sangat potensial dalam mendukung produksi agarosa dan agar mikrobiologi.

KATA KUNCI: rumput laut, agarosa, media mikrobiologi

PENDAHULUAN

Saat ini rumput laut semakin banyak peminatnya karena budidayanya mudah, penanganan pascapanennya sederhana, modal yang diperlukan relatif kecil dan perairan Indonesia sangat potensial bagi budidaya rumput laut. Makin berkembangnya penggunaan hasil ekstraksi rumput laut, salah satunya untuk bidang bioteknologi, maka permintaan agar menjadi semakin meningkat.

Perdagangan agar di dunia sebagai bahan baku dan sebagai penghasil produk jadi terus meningkat. Kebutuhan bahan baku agar di dunia diperkirakan sebesar 10.000 ton dan produk jadi sebesar 3.500 ton per tahun. Jepang adalah negara konsumen utama agar dengan volume kebutuhan yaitu sekitar 2.000 ton per tahun. Industri pengolahan agar Jepang sudah sangat maju sehingga Jepang hanya mengimpor rumput laut penghasil agar dengan kualitas A. Kebutuhan Amerika Serikat mencapai 1000 ton/tahun (80 % dipenuhi dari impor). Negara pembeli agar lainnya adalah Jerman sebesar 210 ton/tahun, Italia mencapai 100-400 ton/tahun dan Thailand, Singapura serta Malaysia masing-masing sekitar 200 ton per tahun (Anon, 2007a). Industri rumput laut di Filipina berhasil memasukkan devisa sebesar US\$ 670 juta per tahun yang bahan bakunya justru diimpor dari Indonesia (Djazuli, 2002). Dengan demikian peluang dan prospek pengembangan industri rumput laut cukup besar pasarnya dan akan menghasilkan devisa serta lapangan kerja bagi nelayan atau masyarakat pesisir.

Jenis rumput laut yang biasanya digunakan dalam industri agar di dunia adalah

1. Spesies *Gelidium*, digunakan oleh Spanyol, Portugal, Moroko, Jepang, Korea, Meksiko,

Perancis, Amerika Serikat, Republik Rakyat China, Chili, dan Afrika Selatan.

2. Spesies *Gracilaria*, digunakan oleh Chili, Argentina, Afrika Selatan, Jepang, Brazil, Peru, Indonesia, Filipina, Republik Rakyat China, India dan Srilanka.

3. *Pterocladia capillace* (Portugal) dan *Pterocladia lucida* (New Zealand) (Anon., 2007b).

Produk agar selain dapat menjadi agar untuk makanan, farmasi dan kosmetik, juga dapat menghasilkan agarosa dan agar sebagai media mikrobiologi. Di Indonesia penelitian tentang pembuatan agarosa dan agar mikrobiologi masih terbatas dan belum diperoleh metode yang cocok untuk menghasilkan agarosa dan agar mikrobiologi yang memenuhi persyaratan standar mutu komersial. Selama ini kedua jenis produk agar tersebut masih diimpor dengan harga yang relatif mahal. Oleh karena itu merupakan tantangan bagi Indonesia untuk dapat menghasilkan teknologi pengembangan produk jadi dari rumput laut yang memberikan nilai tambah lebih baik.

POTENSI DAN PENYEBARAN BAHAN BAKU RUMPUT LAUT

Indonesia memiliki potensi perairan budidaya laut sekitar 1.115.050 Ha yang tersebar dari Nanggroe Aceh Darusalam hingga Irian Jaya (tabel 1), dengan asumsi potensi produk rumput laut *Gracilaria* yaitu 1-3 ton/Ha lahan tambak. *Gracilaria* telah dibudidayakan di tambak terutama di Sulawesi Selatan tepatnya di Kabupaten Pelopo dan Gresik, Jawa Timur. Produktivitasnya berkisar antara 1.500-2.000 kg rumput laut kering per hektar per 60 hari (Basmal & Irianto, 2006).

^{*)} Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

Tabel 1. Potensi lahan/perairan pengembangan budidaya laut

Propinsi	Luas area (Ha)
Nanggroe Aceh Darusalam	104.100
Sumatera Utara	2.000
DKI Jakarta	1.800
Jawa	37.100
Bali	18.100
Nusa Tenggara	17.150
Sulawesi	226.300
Maluku	206.600
Irian Jaya	501.900
Jumlah Total	1.115.050

Sumber : Basmal & Irianto (2006)

Tabel 2. Hasil pengamatan laju pertumbuhan dari rumput laut penghasil agar dengan metode rakit di beberapa lokasi Indonesia

No	Jenis rumput laut	Tempat penanaman	Laju pertumbuhan (%/hari)
1	<i>Gracilaria gigas</i>	P. Bali	1,14
		Gentar (P. Sumbawa)	5,08
		Labuhan Bonteng (P. Sumbawa)	5,63
2	<i>Gracilaria converpoides</i>	P. Pari	0,99
3	<i>Gracilaria lichenoides</i>	P. Pari	1,22
		P. Bali	3,00

Sumber : (Winarno, 1996)

Ketersediaan rumput laut secara tidak langsung dipengaruhi oleh tempat penanamannya. Bila tempat penanamannya cocok untuk pertumbuhannya, maka laju pertumbuhannya akan cepat. Berikut adalah hasil pengamatan laju pertumbuhan dari rumput laut penghasil agar dengan metode rakit di beberapa lokasi Indonesia (tabel 2).

Potensi rumput laut *Gracilaria* cukup besar di wilayah perairan pantai Indonesia yaitu 28.300 ton basah yang tersebar di selat Malaka (2.000 ton), timur Sumatera (1.600 ton), utara Jawa (1.200 ton), Bali/ NTT/NTB (9.500 ton), selatan/barat/timur Kalimantan (2.000 ton), selatan/utara Sulawesi (4.000) serta

Maluku dan Irian Jaya (8.000 ton). Sedangkan potensi rumput laut *Gelidium* lebih kecil dari rumput laut *Gracilaria* dengan jumlah total 4.500 ton basah yang tersebar di barat Sumatera sebanyak 600 ton, selatan Jawa sebanyak 600 ton, selat Malaka 150 ton, Bali/ NTT/NTB 3.100 ton dan selatan Sulawesi sebesar 50 ton (Basmal & Irianto, 2006).

Berdasarkan data FAO (2002), produksi rumput laut Indonesia cenderung meningkat dari tahun ke tahun dengan rata-rata peningkatan sekitar 17,45 %. Produksi total rumput laut pada tahun 2001 mencapai 212.473 ton (Tabel 3).

Table 3. Jumlah produksi rumput laut di Indonesia dari tahun 1998-2001

Tahun	Jumlah produksi (ton)
1998	117.21
1999	133.72
2000	205.227
2001	212.473

Sumber : FAO, 2002

TEKNIK PRODUKSI AGAROSA DAN AGAR MIKROBIOLOGI

Secara umum produk agar diperoleh dari ekstraksi satu jenis rumput laut saja atau campuran berbagai jenis rumput laut. Pada umumnya produsen agar menggunakan satu jenis rumput laut saja, namun di Jepang saat ini agar dibuat dari berbagai macam rumput laut yaitu 45% *Gelidium amansii*, 15% *Gracilaria* sp, 10% *Gelidium japonicum*, 10% *Gelidium* sp, 10% *Campylaephora* sp, dan 5% *Acanthopeltis* sp (Indriani & Sumiarsih, 1991). Agar bersifat tidak larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas. Pada suhu 32-39°C terbentuk gel dan tidak meleleh di bawah suhu 85°C (Soegiarto *et al.*, 1978).

Agar dengan kemurnian tinggi tidak larut pada suhu 25°C, larut dalam air panas, etanol amida dan formalin (Winarno, 1996). Gel agar dapat terbentuk dalam larutan agar yang sangat encer (1%). Karakteristik gel agar bersifat *rigid*, rapuh, mudah dibentuk dan memiliki titik leleh tertentu. Kekuatan gel agar sangat tergantung pada perbandingan kandungan agarosa terhadap agaropektin, semakin besar kandungan agarosa dalam rumput laut maka gel yang terbentuk akan semakin kuat (Winarno, 1996). Gel agar bersifat *thermoreversible*, yaitu pada suhu di atas titik leleh fase gel akan berubah menjadi fase sol dan sebaliknya, tetapi fase transisi tidak terjadi pada suhu yang sama.

Gel agar bersifat cukup stabil. Gel yang dibuat dari agar dengan kekuatan gel yang tinggi dapat memiliki kestabilan yang sama dengan agar kering jika disterilisasi dan disimpan secara hermetis. Gel agar lebih stabil dibandingkan gel dari koloid alami lain karena hanya mengandung sedikit mikroorganisme dan enzim yang dapat mendegradasinya (Selby & Wynne, 1973).

Kandungan agar dalam rumput laut menjadi hal yang penting dalam pemilihan bahan baku untuk ekstraksi agar. Kandungan agar dari beberapa jenis rumput laut di Indonesia terlihat pada Tabel 4.

Selain dalam industri pangan, agar juga telah digunakan secara luas di bidang bioteknologi antara lain dalam bentuk agarosa dan agar mikrobiologi. Berikut dipaparkan tentang kedua jenis produk tersebut meliputi teknik pembuatannya dan karakteristiknya.

Agarosa

Agarosa adalah salah satu fraksi penyusun agar, merupakan polimer pembentuk gel yang netral dan sedikit mengandung sulfat. Fraksi yang lain dari agar adalah agaropektin, dikenal sebagai polimer sulfat. Rasio kedua jenis polimer tersebut bervariasi dan persentase agarosa dalam agar berkisar antara 50-90%, tergantung pada spesiesnya. Beberapa

Tabel 4. Kandungan agar dari beberapa jenis rumput laut di Indonesia

No	Jenis	Kandungan agar (%)
1	<i>Gracilaria gigas</i>	47,3
2	<i>Gracilaria eucheumiodes</i>	32,0
3	<i>Gracilaria converpoides</i>	37,5
4	<i>Gelidium</i> sp	30,0

Sumber : (Winarno, 1996)

perbedaan kandungan abu, ion sulfat dan asam piruvat komposisi kimia dari agarosa dan agaropektin disajikan pada Tabel 5.

Kriteria agarosa dapat dikelompokkan berdasarkan:

1. Sifat fisiko-kimia. Kriterianya sama dengan agar pada umumnya, yaitu: warna, transparansi larutan, kadar air, kadar abu, kekuatan gel, titik jendal dan titik leleh.
2. Kriteria kemurnian. Agarosa yang kandungan senyawa anionnya lebih kecil menunjukkan tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Senyawa anion yang sangat kecil akan memberikan efek meningkatkan elektroendosmis.
3. Spesifikasi diperlukan untuk aplikasi prakteknya, seperti elektroforesis protein, residu DNA, fiksasi non-selektif dari protein (Anon, 2007b).

Kandungan dan spesifikasi agarosa serta perbandingannya dengan agaropektin tergantung pada spesies rumput laut dan metode produksinya. Spesies yang berbeda akan menghasilkan perbandingan agarosa dan agaropektin berbeda pula. Kandungan

agarosa juga ditentukan oleh metode produksi dan kandungan sulfat dari agar yang diekstraksi. Rendemen agar yang diperoleh dari setiap jenis rumput laut berbeda. Rendemen rumput laut *Gracilaria verrucosa* sebesar 25-35% dan *Gelidium amansii* sebesar 23% (Chapman & Chapman, 1980). Kandungan agarosa dari beberapa spesies rumput laut disajikan pada Tabel 6.

Dari tabel diatas terlihat rumput laut *Gelidium* memiliki kandungan agarosa yang lebih tinggi dibandingkan rumput laut lain seperti *Gracilaria* sehingga rumput laut yang memiliki kandungan agarosa yang tinggi lebih berpotensi untuk penghasil agarosa. Harga agarosa komersial per 100 g adalah \$ 148,76 atau Rp. 1.487.600. Harga ini jauh lebih tinggi dibandingkan agar untuk produk makanan yaitu sekitar Rp 7.000 per 100 g.

Penelitian tentang agarosa diawali oleh Hjerten dari Universitas Uppsala untuk mendapatkan polisakarida elektrik netral yang cocok untuk elektroforesis dan kromatografi. Setelah mendapatkan metode pemisahan agarosa dari agaropektin dengan menggunakan garam amonium kuarternar, penelitian

Tabel 5. Perbedaan kandungan abu, ion sulfat dan asam piruvat antara agarosa dan agaropektin

Senyawa penyusun	Agarosa	Agaropektin
Abu (%)	0,06-0,20	5,1-9,9
Ion Sulfat (%)	0,02-0,04	3,7-9,7
Asam Piruvat (%)	-	1,3

Sumber: Chapman & Chapman (1980)

Tabel 6. Kandungan agarosa dari agar yang diperoleh dari beberapa jenis rumput laut

Jenis rumput laut	Kandungan agarosa %
<i>Gelidium amansii</i>	61
<i>Gelidium subcostatum</i>	89
<i>Gelidium japonicum</i>	69
<i>Pterocladia tenuis</i>	85
<i>Acanthopeltis japonicum</i>	28
<i>Campylaeophora hypnoides</i>	55
<i>Gracilaria verrucosa</i>	61
<i>Geranium bodydenii</i>	82

Sumber: Chapman & Chapman (1980)

tentang metode pembuatan agarosa yang kemudian banyak dilakukan (Anon, 2007b), diantaranya yaitu:

1. Metode asetilasi. Metode ini dilakukan berdasarkan perbedaan kelarutan dalam kloroform dari agarosa dan agaropektin asetat.
2. Metode larutan yang diseleksi. Metode ini berdasarkan perbedaan kelarutan antara agarosa (kurang larut) dan agaropektin (lebih mudah larut) dalam media yang kondisinya stabil.
3. Metode poli etilen glikol (PEG). Metode ini dilakukan oleh Polson, Russel, dan Mead tahun 1964 dan Polson pada tahun 1965. Metode ini berdasarkan kelarutan agarosa yang tereduksi dalam media yang mengandung poli etilen glikol.
4. Metode ekstraksi dimetil sulfoksida. Metode ini berdasarkan perbedaan kelarutan dari agarosa dan agaropektin dalam larutan dimetil sulfoksida, dilakukan oleh Tagawa tahun 1966.
5. Metode presipitasi ammonium sulfat. Metode ini berdasarkan presipitasi dari agaropektin dengan ammonium sulfat yang dilakukan oleh Azhitskii dan Kobozev tahun 1967.
6. Metode pertukaran ion dilakukan oleh Zabin pada tahun 1969, metode ini berdasarkan pertukaran ion dalam sitrat atau asetat.
7. Metode absorpsi zat yang tidak larut. Metode ini berdasarkan absorpsi agaropektin di zat non reaktif seperti gel aluminium hidroksida dilakukan oleh Barteling pada tahun 1969.
8. Metode kromatografi yang dilakukan oleh Izumi pada tahun 1970. Metode ini berdasarkan separasi kromatografi dari agarosa dan agaropektin.
9. Metode presipitasi acrinol yang dilakukan oleh Fuse dan Gotto pada tahun 1971.
10. Metode elektroforesis yang dilakukan oleh Hjerten pada tahun 1971, metode ini menggunakan elektroforesis diatas gel agar granulasi dan non granulasi atau diatas agar bubuk.
11. Metode presipitasi rivanol. Metode ini dilakukan oleh Sridov, Berdnikov, dan Ivanov pada tahun 1971, metode ini merupakan presipitasi agaropektin dengan rivanol.
12. Metode presipitasi kitin dan khitosan. Metode ini dilakukan oleh Allan pada tahun 1971. Metode ini menggunakan absorben kitin atau khitosan untuk eliminasi agaropektin.
13. Metode presipitasi etanol atau 2-metoksietanol dari agarosa yang dilarutkan dalam larutan bufer urea.

Di Indonesia penelitian-penelitian tentang pembuatan agarosa belum banyak dilakukan. Salah

satu penelitian tersebut adalah penelitian tentang pengaruh penambahan *iota* karaginan pada ekstraksi agarosa dari agar menggunakan cetil piridinium klorida yang dilakukan oleh Subaryono, *et.al.* (2003). Rumput laut yang digunakan adalah *Glacilaria chilensis* dari pembudidaya di Lampung. Pada penelitian ini agarosa diisolasi dari filtrat agar dengan menggunakan cetil piridinium klorida. Proses ekstraksi agarosa mengacu pada penelitian Santos & Doty (1983) dengan melakukan modifikasi yaitu penambahan *iota* karaginan terhadap filtrat hasil ekstraksi agarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *iota* karaginan yang terbaik digunakan pada proses ekstraksi adalah sebanyak 1%. Agarosa yang dihasilkan memiliki kadar sulfat 0,59% dan kekuatan gel 188,19g/cm². Sedangkan karakteristik salah satu agarosa komersial adalah seperti pada Tabel 7.

Agar Mikrobiologi

Agar mikrobiologi adalah agar yang digunakan untuk media mikrobiologi seperti *bacto agar*, *agar grade A*, *granulated agar*, *technical agar*, *agar noble*, *agar select*, *marine agar* dan *nutrient agar*. Agar mikrobiologi biasanya dibuat dari rumput laut *Gelidium* dan *Pterocladia* karena *Gracilaria* dan *Gelidiella* menghasilkan agar dengan titik jendal diatas 41°C.

Bacto agar adalah agar yang telah dimurnikan yang secara khusus digunakan sebagai media kultur mikrobiologi yang mana zat asing, pigmen pengotor dan garam direduksi serendah mungkin. Harga *bacto agar* komersial per 100 g adalah \$74,1 atau Rp 741.000 (Anon., 2007c).

Agar grade A merupakan agar dengan grade tinggi, khusus digunakan untuk mikrobiologi dan biasanya digunakan sebagai media padat dalam media mikrobiologi. *Agar grade A* mengandung mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri. Harga *agar grade A* komersial per 100 g adalah \$38,15 atau Rp 381.497.

Granulated agar digunakan dalam mempersiapkan media kultur mikrobiologi. Agar granul mempunyai kualifikasi untuk mengkultur rantai rekombinan dari *Escheria coli* (HB101) dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Granulated agar* dapat digunakan untuk bakteriologi dimana kejernihan bukan persyaratan ketat. Harga granul agar komersial per 100 g adalah \$19,35 atau Rp 193.500 (Anon., 2007c).

Technical agar dapat digunakan untuk aplikasi bakteriologi. Agar ini tidak diproses secara rumit dan tidak direkomendasi untuk perkembangan organisme yang cepat pertumbuhannya. Harga *technical agar* komersial per 100 g adalah \$15,36 atau Rp 153.600 (Anon., 2007c).

Tabel 7. Karakteristik salah satu agarosa komersial

Karakteristik fisik	Nilai
Konsentrasi	1%
Kadar abu (%)	<1,0
Kejernihan (NTU) ^b	<1,0
Warna (adsorbasi 430 nm)	<1,0
Kadar air (%)	<1,0
pH	6,0-7,0
Kekuatan gel (g/cm ²)	800-1200
Titik jendal (°C)	35-39
Titik leleh (°C)	80-90
Tahanan (ohms)	>50.000
-m, (electroforetic) ^c	<0,25
Senyawa anorganik (%)	
Kalsium	0,03
Klorida, Kobal, Perak, Timbal, Mangan, Nitrat,	N/A ^a
Sulfat, Aluminium, Seng	
Besi	<0,0050
Magnesium	0,01
Fosfat	0,08
Potasium	0,015
Sodium	>0,1
Sulfur	0,1
Uji mikrobiologi (cfu/g)^d	
<i>Spore Count</i>	N/A
<i>Total Plate Count</i>	N/A

Sumber: (Anon., 2007c)

Catatan : a = *Not Applicable*

b = *Nephelometric turbidity units*

c = *Unit of relatif electroendosmis*

d = *Colony forming unit per gram*

Noble agar adalah bahan pematat yang bebas dari kotoran. Agar ini digunakan dalam prosedur elektroforesis dan nutrisi dan dalam mempersiapkan media kultur yang memerlukan kemurnian yang tinggi. *Noble agar* secara ekstensif dicuci dan dipucatkan. Agar ini seharusnya digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kejernihan dan kemurnian yang tinggi. *Noble agar* cocok untuk

immunodiffusi, beberapa aplikasi elektroforetik dan sebagai substrat untuk mamalia atau kultur jaringan tanaman. Harga *Noble agar* komersial per 100 g adalah \$126,95 atau Rp 1.269.500.

Select agar direkomendasi untuk test genetik molekular dan merupakan bahan penting yang digunakan dalam pekerjaan genetik molekular untuk menentukan *titer lambda* bakteriophage. Harga se-

Tabel 8. Karakteristik salah satu produk agar mikrobiologi komersial

Karakteristik fisik	<i>Bacto agar</i>	<i>Agar grade A</i>	<i>Granulated agar</i>	<i>Technical agar</i>	<i>Noble agar</i>	<i>Select agar</i>
Konsentrasi (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Kadar abu (%)	3,6	3,0-6,5	3,4	4,1	1,3	2,0-6,5
Kejernihan (NTU) ^b	4,3	<10	5,3	26,2	3,7	N/A ^a
Warna (absorbansi 430 nm)	N/A	<0.2	N/A	N/A	N/A	N/A
Kadar air (%)	17,3	<10	12,2	18,2	16,0	N/A
pH	6,5	5,5-7,5	6,6	6,9	5,7	5,5-7,5
Kekuatan gel (g/cm ²)	600	600-800	560	613	700	N/A
Titik jendal (°C)	35	35-39	35	36	35	33-38
Titik leleh (°C)	88	80-90	88	88	87	80-90
Tahanan (ohms)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
-m, (electrophoretic) ^c	N/A	N/A	N/A	N/A	≤0.55	N/A
Senyawa anorganik (%)						
Kalsium	0,179	0,23	0,133	0,110	0,015	N/A
klorida	0,021	N/A	<0,005	0,172	<0,05	N/A
Kobal	<0,001	N/A	<0,001	<0,001	<0,001	N/A
Perak	<0,001	N/A	<0,001	<0,001	<0,001	N/A
Besi	0,002	<0,006	0,003	0,002	<0,001	N/A
Timbal	<0,001	N/A	<0,001	<0,001	<0,001	N/A
Magnesium	0,068	<0,1	0,041	0,093	0,002	N/A
Mangan	<0,001	N/A	<0,001	<0,001	<0,001	N/A
Nitrat	<0,005	N/A	<0,005	<0,005	<0,05	N/A
Fosfat	<0,005	0,02	0,010	0,015	<0,05	N/A
Potasium	0,121	0,03	0,079	0,124	0,022	N/A
Sodium	0,837	1,8	0,776	0,932	0,335	N/A
Sulfat	1,778	N/A	1,710	0,367	0,663	N/A
Sulfur	0,841	0,7	0,868	0,646	0,333	N/A
Aluminium	<0,001	N/A	<0,001	<0,001	<0,001	N/A
Zinc	<0,001	N/A	<0,001	<0,001	<0,001	N/A
Uji mikrobiologi (cfu/g)^d						
<i>Spore count</i>	<1000	≤20	<1000	4300	<1000	N/A
<i>Total plate count</i>	<1000	N/A	<1000	2725	<1000	N/A

Sumber : (Anon., 2007c)

Catatan : a = *Not Applicable*

b = *Nephelometric turbidity units*

c = *Unit of relatif electroendosmis*

d = *colony forming unit per gram*

lect agar komersial per 100 gr adalah \$32,37 atau Rp 323.700. (Anon., 2007c)

Marine agar biasanya digunakan untuk isolasi, kultivasi dan klasifikasi bakteri laut heterotropik. *Marine agar* juga biasanya sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan, perkembangan sejumlah besar spesies bakteri laut (Anon., 2007d).

Nutrient agar adalah media kultur yang universal untuk pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram

negatif. *Nutrient agar* biasanya digunakan sebagai media umum untuk kultivasi dan enumerasi sebagian besar mikroorganisme yang tidak membutuhkan persyaratan khusus untuk pertumbuhannya (Anon., 2007d). Karakteristik masing-masing produk agar di atas disajikan pada Tabel 8.

Proses produksi untuk agar bakteriologi tentu disesuaikan dengan karakteristik produk yang ingin diperoleh.

PENUTUP

Indonesia mempunyai bahan baku rumput laut penghasil agarosa dan agar sebagai media mikrobiologi yang potensial berdasarkan produksi dan penyebarannya. Rumput laut tersebut dapat ditingkatkan nilai tambahnya dengan mengolahnya menjadi produk agar bakteriologi yang memiliki nilai jual yang tinggi. Kebutuhan agarosa dan agar sebagai media mikrobiologi di Indonesia saat ini masih dipenuhi oleh produk impor yang harganya tinggi. Oleh karena itu penelitian-penelitian yang dapat menghasilkan agarosa dan agar sebagai media mikrobiologi perlu dikembangkan sehingga nilai tambah rumput laut yang diperoleh tinggi dan kebutuhannya dapat dipenuhi dari produk dalam negeri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007a. Perdagangan rumput laut. <http://www.dkp.go.id/content>.
- Anonymous, 2007b. Production, properties and uses of agar. <http://www.fao.org/docrep/x5822Ex5822e03.htm>.
- Anonymous, 2007c. Agars. <http://www.codemet.com/difco%20agar.htm>.
- Anonymous, 2007d. Agares. <http://bd.com/ds/technicalcentre/inserts/agars.pdf>.
- Basmal, J. dan Irianto, H. E. 2006. *Diseminasi Teknologi dan Temu Bisnis Rumput Laut*. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Makasar. 12-15 pp.
- Chapman, L.J. and Chapman, D.J. 1980. *Seaweed and Their Uses*. 3rd Ed. New York: Chapman and Hall. 180-187 pp.
- Djazuli, N. 2002. *Penanganan dan Pengolahan Produk Perikanan Budidaya dalam Menghadapi Pasar Global: Peluang dan Tantangan*. Makalah Pengantar Falsafah Sains Program Pasca Sarjana (S3). Institut Pertanian Bogor
- FAO. 2002. *Statistical Year Book Food Agricultural Organization*.
- Indriani, H. dan Sumiarsih, E. 1991. *Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut*. Penerbit PS. Jakarta, 43 p.
- Santos, G. A. and Doty, M. S. 1983. Agarose from *Gracilaria cylindrical*. *Botanica Marina*. Vol. XXVI. pp.31-34.
- Selby, H.H. and Wynne, W.H. 1973. Agar, *In : Industrial Gums*. R.L Whistler and J.M BeMiller (eds.), Academic Press, New York, 807p.
- Soegiarto, A., Atmadja, W.S., Sulistijo. dan Mubarak, H. 1978. *Rumput Laut (Algae) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya*. Jakarta: LON-LIPI.
- Subaryono, Utomo, B.S.B., Wikanta, T., dan Satriyana, N. 2003. *J. Penel. Perik. Indonesia Edisi Pasca Panen* (9): 1-10. Pengaruh penambahan iota karaginan pada ekstraksi agarosa dari agar-agar menggunakan Cetyl piridinium klorida
- Winarno, F.G. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 58-70 p.