



Penelitian Eksploratif Nata de Sargassum dengan Perbedaan Konsentrasi *Sargassum polycystum* dan Lama Waktu Fermentasi

Explorative Research of Nata de Sargassum with Different Sargassum Polycystum's Concentration and Fermentation Time

Dewi Utami^{1*}, Rahmatang², Moh. Roin Najih²

¹Akademi Komunitas Kelautan dan Perikanan Wakatobi, 93795, Jl. Soekarno Hatta, Desa Matohara Kec. Wangi-Wangi Selatan Kab. Wakatobi

² Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, 92718, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, Indonesia

*e-mail: dutami.ahafood@outlook.com

ABSTRAK

Kandungan karbohidrat *Sargassum polycystum* berpotensi untuk dijadikan produk nata. Karbohidrat digunakan sebagai sumber karbon oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dalam proses fermentasi untuk menghasilkan massa nata. Tujuan penelitian eksploratif ini adalah untuk mencari kondisi terbentuknya nata dengan kombinasi perbedaan konsentrasi *S. polycystum* dan lama fermentasi. Penelitian ini menggunakan variasi kombinasi konsentrasi *S. polycystum* 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dan 6% dan pengamatan terhadap lama fermentasi dilakukan pada hari ke 1 sampai hari ke 20. Pembuatan nata de sargassum dilakukan di laboratorium Pasca Panen SUPM Bone. Sampel *S. polycystum* berasal dari perairan Tanjung Pallette, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Pada konsentrasi 1 dan 6% tidak tampak lapisan nata yang terbentuk. Nata de sargassum mulai tampak di permukaan medium pada hari ke 7 dan pada hari ke 17 pertumbuhan lapisan nata sudah berhenti. Dengan demikian kombinasi konsentrasi *S. polycystum* adalah 2-5% dan lama fermentasi adalah 7-16 hari memungkinkan untuk pembentukan nata de sargassum.

Kata Kunci: Fermentasi, Konsentrasi, Lama Fermentasi, Nata De Sargassum, *S. Polycystum*

ABSTRACT

Sargassum polycystum contains carbohydrates that have the potential to be used as nata products. Carbohydrates are used as a carbon source by the bacteria *Acetobacter xylinum* in the fermentation process to produce nata mass. The purpose of this exploratory study was to determine the conditions for the formation of nata, with a combination of different concentrations of *S. polycystum* and fermentation time. This study used a combination of concentrations of *S. polycystum* 1%, 2%, 3%, 4%, 5% and 6% and observations of the fermentation time were carried out on day 1 to day 20. The process of making nata de sargassum was carried out in the Laboratory of SUPM Bone. Samples were taken from the waters of Tanjung Pallette, Bone Regency, South Sulawesi. At concentrations of 1 and 6%, no nata layer was formed. Nata de sargassum began to appear on the surface of the medium on day 7 and on day 17 the growth of the nata layer had stopped. Thus, the combination of concentration 2-5% of *S. polycystum* and 7-16 days of fermentation, nata de sargassum has formed.

KEYWORDS: fermentation, concentration, fermentation time, nata de sargassum, *S. polycystum*

PENDAHULUAN

Sargassum polycystum merupakan kelompok alga coklat yang keberadaannya masih diabaikan, dianggap hama yang menempel pada rumput laut yang dibudidayakan oleh nelayan dan keberadaannya mengganggu pertumbuhan (Basmal et al., 2013). *S. polycystum* merupakan sumber alginat yang bisa

dimanfaatkan sebagai produk makanan, mengingat ketersediaannya di alam yang banyak dan belum dimanfaatkan (Kasim, 2016; Sumandiarsa et al., 2004). Manfaat *S. polycystum* terus dikaji melalui penelitian baik sebagai bahan baku makanan, minuman dan sebagai kandidat obat-obatan karena mengandung senyawa aktif yang berfungsi sebagai antioksidan, antibakteri, antikanker

(Hold & Kraan 2016, Pakidi & Suwoyo, 2017). *S. polycystum* mengandung karbohidrat, glukosa, protein, vitamin, selenium, yodium dan mineral yang dapat digunakan sebagai alternatif sumber pangan (Basmal et al., 2013; Sumandiarsa et al., 2004). Rumput laut *S. polycystum* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *S. S. polycystum*

Salah satu pemanfaatan *S. polycystum* dalam bidang pangan adalah dengan menjadikan produk nata. Nata merupakan makanan penyegar yang dapat dicampur dengan es buah, es krim atau cukup dicampur dengan sirup (Budiarti, 2008). Produk nata adalah makanan khas dari Filipina yang diproduksi pertama kali menggunakan media air kelapa (Piadozo, 2016). Nata adalah produk pangan hasil fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum* (*A. xylinum*) dalam medium yang mengandung gula dan karbohidrat yang diperkaya dengan sumber nitrogen dan dalam suasana terkontrol (Anam, 2019; Iguchi et al., 2020). Nata merupakan

bahan makanan yang berbentuk padat, kokoh dan kuat, berwarna putih keruh, kenyal, mirip kolang-kaling (Collado, 1986; Piadozo, 2016). Produk nata merupakan polisakarida yang sulit dicerna oleh enzim dalam saluran pencernaan sehingga dapat digunakan oleh penderita diabetes sebagai makanan alternatif (Nurhayati, 2016 ; Wafa et al., 2014).

Aktifitas bakteri *A. xylinum* selama pembentukan massa nata dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah sumber nitrogen, sumber karbon, suhu, tingkat keasaman medium, konsentrasi *A. xylinum*, konsentrasi substrat dan lama fermentasi (Budhiono et al., 1999; Sutarminingsih, 2004). Semakin lama fermentasi maka akan semakin tebal nata yang dihasilkan (Warella et al., 2016). Namun apabila lama fermentasi melebihi batas waktu optimum, maka pertumbuhan nata sudah tidak optimal (Setiani, 2007).

Pemilihan bahan baku atau substrat didasarkan pada faktor kemudahan untuk mendapatkannya, ketersediaan bahan baku, sifat fermentasi, harga bahan baku dan tingkat keberhasilan (Putri et al., 2021). Pemilihan *S. polycystum* sebagai bahan baku dalam pembuatan nata dalam penelitian ini dengan pertimbangan bahwa pemanfaatannya belum optimal, ketersediaan di alam berlimpah, memberikan nilai tambah, mengatasi bahan baku musiman dan menciptakan variasi produk olahan pangan (Prabowo & Farhan, 2008). Penelitian eksploratif ini bertujuan untuk menentukan kondisi terbaik/optimum nata dapat terbentuk dengan kombinasi konsentrasi *S. polycystum* dan lama fermentasi. Penentuan konsentrasi substrat dan lama fermentasi tersebut didasarkan pada pembuatan nata dari berbagai jenis substrat yang diantaranya dilaporkan oleh Nur (2009), Syukroni et al. (2013), dan Rachmawati et al. (2017).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar pada bulan Oktober 2019 sampai dengan bulan Maret 2021. Pembuatan nata de sargassum dilakukan di laboratorium Pasca Panen SUPM Bone. Sampel *S. polycystum* berasal dari perairan Tanjung Pallette, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan.



Prosedur Penelitian

Pada saat penelitian bahan yang digunakan dalam pembuatan nata de sargassum adalah *S. polycystum* segar, *A. xylinum*, aquades, asam cuka, gula pasir, amonium sulfat, magesium sulfat. Alat-alat yang digunakan adalah kompor gas, toples plastik (diameter 5,5 cm, tinggi 14 cm), gelas ukur, panci dan saringan *stainless steel*, pengaduk kayu, pisau *stainless steel*, *blender*, timbangan, kertas koran, tali karet, dan pinset atau penjepit.

Pembuatan nata de sargassum dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dan 6%, dan pengamatan setiap hari selama 20 hari. Tahapan pembuatan nata de sargassum dalam penelitian ini merujuk pada Syukroni *et al.* (2013) menggunakan konsentrasi rumput laut 1, 2 dan 3; Nur (2009) menggunakan variasi perbandingan rumput laut *K.alvarezii* dengan air 1 : 50, 1 : 60, 1 : 70 (b/v); Rachmawati *et al.* (2017) perbandingan 1 : 40 (rumput laut : air); dan BPPMHP (2005) dengan pengenceran filtrat (1 : 40). Lama fermentasi pembuatan nata yang dilaporkan Syukroni *et al.* (2013) adalah 10 hari, Nur (2009) 2 minggu dan Rachmawati *et al.* (2017) 1-2 minggu. Lama fermentasi berkisar antara 7 hari- 21 hari (Putri *et al.*, 2021). Metode pembuatan nata rumput laut meliputi 4 tahap yaitu kultur *starter A.xylinum*, pembuatan filtrat, fermentasi dan pemanenan.

Tahap pertama adalah kultur *A. xylinum*. Sebanyak 40 g *S. polycystum* dalam satu liter air dihaluskan menggunakan *blender*, kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan ampas. Filtrat yang terbentuk direbus kemudian ditambahkan gula, cuka, amonium sulfat, dan magnesium sulfat. Setelah mendidih dimasukkan ke dalam wadah botol kemudian ditutup rapat. Setelah dingin ditambahkan *starter A. xylinum* (10%), diamkan selama 4-8 hari sampai terbentuk lapisan selulosa yang menandakan *starter* tersebut aktif dan bisa digunakan untuk fermentasi.

S. polycystum sebanyak 1% , 2% , 3% , 4% , 5% dan 6% (b/v) dihancurkan dengan *blender* kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan ampas, filtrat ditambahkan gula (10% b/v), cuka (1% v/v), amonium sulfat (0,5% b/v) dan magnesium sulfat (0,5% b/v). Campuran dipanaskan hingga mendidih kemudian dituang ke dalam wadah fermentasi lalu ditutup rapat, dibiarkan hingga dingin

mencapai suhu ruang kemudian ditambahkan *starter A. xylinum* (10% v/v) yang sudah dikultur sebelumnya. Selanjutnya dilakukan fermentasi dengan variasi waktu 1 - 20 hari hingga terbentuk nata di permukaan media. Nata yang terbentuk dipanen secara aseptis. Tali pengikat kertas koran sebagai penutup wadah fermentasi dibuka, lapisan nata yang terbentuk pada bagian permukaan diambil menggunakan pinset.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian eksploratif dilakukan dengan pengamatan terhadap pertumbuhan lapisan nata untuk setiap kombinasi perlakuan yaitu konsentrasi substrat 1% – 6% dan lama fermentasi 20 hari. Pada konsentarsi *S. polycystum* 1% tidak terbentuk lapisan nata sampai hari ke 20 fermentasi. Massa nata mulai terbentuk pada konsentrasi substrat 2%, 3%, 4%, dan 5%. pada konsentrasi 6% cairan substrat terlihat keruh dan tidak terbentuk nata. Pada hari ke-4 fermentasi, tampak selulosa mengapung pada substrat dan pada hari ke-7 sudah tampak pada permukaan. Pada hari ke-17 fermentasi, tampak pertumbuhan jamur pada permukaan nata. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Setiani (2007), bahwa fermentasi yang terlalu lama akan beresiko nata terkontaminasi oleh jamur. Hasil penelitian eksploratif dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi substrat 1% tidak terbentuk lapisan nata. Hal ini disebabkan karena persentase substrat yang ditambahkan terlalu kecil sehingga sumber karbon dan nitrogen untuk nutrisi selama proses fermentasi tidak optimum. Sedangkan pada konsentrasi 6%, lapisan nata tidak terbentuk tetapi menghasilkan warna yang keruh. Hal ini karena konsentrasi substrat yang besar sehingga medium berwarna keruh. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Iryandi *et al.* (2014) bahwa medium fermentasi yang terlalu pekat akan menyebabkan semakin lambatnya proses pembentukan selulosa oleh bakteri karena tekanan osmosis semakin meningkat dan menyebabkan sel bakteri mudah mengalami lisis. Ketersediaan sumber karbon dalam jumlah yang tepat akan merangsang mikroorganisme dalam mensintesa selulosa dan menghasilkan lapisan nata (Hamad *et al.*, 2011).

Tabel 1. Karakteristik media fermentasi *S.Polycystum* untuk pembentukan nata pada berbagai variasi kombinasi konsentrasi substrat dan lama fermentasi

Lama Fermentasi (hari)	Karakteristik Media Fermentasi					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%
	warna cairan					
1	Cairan bening, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Cairan bening, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Cairan bening, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Cairan sedikit keruh, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Cairan agak keruh, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Cairan keruh, tidak ada lapisan selulosa yang terbentuk
2	Cairan bening, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Cairan bening, belum tampak lapisan selulosa	Cairan bening, belum tampak lapisan selulosa	Cairan bening, belum tampak lapisan selulosa	Cairan agak keruh, belum tampak lapisan selulosa	Cairan keruh, belum ada lapisan selulosa
3	Cairan bening, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Warna cairan agak menebal, belum tampak lapisan selulosa	Warna cairan menebal, belum tampak lapisan selulosa	Warna cairan menebal, belum tampak lapisan selulosa	warna cairan menebal dari sebelumnya	cairan keruh, tidak ada lapisan selulosa
4	Warna cairan menebal, tidak ada lapisan nata yang terbentuk	Warna cairan menebal, terbentuk selulosa yang mengapung pada substrat	Terbentuk selulosa yang mengapung pada substrat	Terbentuk selulosa yang mengapung pada substrat	Terbentuk selulosa yang mengapung pada substrat	Tidak ada lapisan nata yang terbentuk
5	Warna cairan menebal, tidak ada lapisan nata terbentuk	Selulosa yang mengapung pada substrat lebih banyak	Selulosa yang mengapung lebih banyak	Selulosa yang mengapung lebih banyak	Selulosa yang mengapung lebih banyak	Cairan lebih keruh tidak terbentuk selulosa
6	Warna cairan menebal, tidak terbentuk lapisan selulosa	Lapisan selulosa mulai tampak pada permukaan media	Lapisan selulosa mulai tampak pada permukaan media	Lapisan selulosa mulai tampak pada permukaan media	Lapisan selulosa mulai tampak pada permukaan media	Cairan keruh tidak terbentuk lapisan selulosa
7	Tidak terbentuk selulosa yang mengapung	Lapisan selulosa sudah tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa sudah tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa sudah tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa sudah tampak jelas pada permukaan	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa
8	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Lapisan selulosa tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa tampak jelas pada permukaan	Cairan keruh



9	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Lapisan selulosa tampak jelas pada permukaan	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa
10	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa
11	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Lapisan selulosa pada permukaan mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa
12	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Lapisan selulosa pada permukaan substrat mulai menebal	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa
13	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Ketebalan nata bertambah	Ketebalan nata bertambah	Ketebalan nata bertambah	Ketebalan nata bertambah	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa
14	Tidak terbentuk lapisan selulosa yang mengapung	Ketebalan nata terus bertambah	Lapisan nata mulai terbentuk jamur	Lapisan nata mulai terbentuk jamur	Lapisan nata mulai terbentuk jamur	Cairan keruh, tidak terbentuk lapisan selulosa

Tanda awal pertumbuhan bakteri *A. xylinum* pada medium cair yang mengandung karbohidrat dan gula adalah berupa timbulnya kekeruhan pada hari ke-3 fermentasi. Pada hari ke-7 lapisan tembus cahaya terbentuk di permukaan medium dan membentuk lapisan yang semakin kompak, jika diganggu lapisan tersebut akan terlepas dari dinding wadah fermentasi dan akan tengelam kemudian lapisan lain akan terbentuk kembali. Pada penelitian yang dilakukan Setiani (2007), cairan medium mulai berwarna keruh setelah 24 jam fermentasi dan lapisan selulosa terbentuk setelah 36-48 jam. Perbedaan lama waktu ini disebabkan karena perbedaan konsentrasi bahan baku yang digunakan. Penelitian Setiani (2007) menggunakan 1 : 70 (*Gracilaria* : air).

Kadar sukrosa dan karbohidrat yang terkandung dalam media substrat yang terlalu sedikit menyebabkan lapisan nata tidak terbentuk selama proses fermentasi. Sebaliknya kadar sukrosa yang berlebih akan menyebabkan terganggunya aktifitas bakteri yang mengakibatkan kadar sukrosa diubah menjadi asam sehingga pH turun secara drastis menyebabkan pembentukan lapisan nata terganggu bahkan tidak terbentuk lapisan selulosa (Aditiwati & Kusnadi, 2007; Nugroho & aji, 2015).

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi substrat 1% tidak terbentuk lapisan nata. Hal ini disebabkan karena persentase substrat yang ditambahkan terlalu kecil sehingga sumber karbon dan nitrogen untuk nutrisi selama proses

fermentasi tidak optimum. Sedangkan pada konsentrasi 6%, lapisan nata tidak terbentuk tetapi menghasilkan warna yang keruh. Hal ini karena konsentrasi substrat yang besar sehingga medium berwarna keruh. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Iryandi *et al.* (2014) bahwa medium fermentasi yang terlalu pekat akan menyebabkan semakin lambatnya proses pembentukan selulosa oleh bakteri karena tekanan osmosis semakin meningkat dan menyebabkan sel bakteri mudah mengalami lisis. Ketersediaan sumber karbon dalam jumlah yang tepat akan merangsang mikroorganisme dalam mensintesa selulosa dan menghasilkan lapisan nata (Hamad *et al.*, 2011).

Tanda awal pertumbuhan bakteri *A. xylinum* pada medium cair yang mengandung karbohidrat dan gula adalah berupa timbulnya kekeruhan pada hari ke-3 fermentasi. Pada hari ke-7 lapisan tembus cahaya terbentuk di permukaan medium dan membentuk lapisan yang semakin kompak, jika diganggu lapisan tersebut akan terlepas dari dinding wadah fermentasi dan akan tengelam kemudian lapisan lain akan terbentuk kembali. Pada penelitian yang dilakukan Setiani (2007), cairan medium mulai berwarna keruh setelah 24 jam fermentasi dan lapisan selulosa terbentuk setelah 36-48 jam. Perbedaan lama waktu ini disebabkan karena perbedaan konsentrasi bahan baku yang digunakan. Penelitian Setiani (2007) menggunakan 1 : 70 (*Gracilaria* : air).

Kadar sukrosa dan karbohidrat yang terkandung dalam media substrat yang terlalu sedikit menyebabkan lapisan nata tidak terbentuk selama proses fermentasi. Sebaliknya kadar sukrosa yang berlebih akan menyebabkan terganggunya aktifitas bakteri yang mengakibatkan kadar sukrosa diubah menjadi asam sehingga pH turun secara drastis menyebabkan pembentukan lapisan nata terganggu bahkan tidak terbentuk lapisan selulosa (Aditiwati & Kusnadi, 2007; Nugroho & aji, 2015).

Tabel 1 menunjukkan semakin lama waktu fermentasi, lapisan nata akan semakin menebal sesuai dengan pernyataan Syukroni *et al.* (2013). Lamanya fermentasi berpengaruh terhadap pembentukan selulosa yang semakin lama akan membuat nata semakin tebal dan kokoh. Waktu fermentasi yang terlalu lama menyebabkan *A. xylinum* mengalami fase kematian karena

kehabisan nutrisi (Rizal *et al.*, 2013). Seiring dengan bertambahnya lama fermentasi pertumbuhan lapisan nata turun secara perlahan, karena berkurangnya kadar gula dan timbulnya asam sebagai hasil metabolit dari hasil fermentasi (Putriana & Aminah, 2013).



Gambar 2. Substrat dengan konsentrasi *S. polycystum* 1% (tidak terbentuk lapisan nata)



Gambar 3. Substrat konsentrasi *S. polycystum* 6% (tidak terbentuk lapisan nata)



Gambar 4. Lapisan nata terbentuk pada substrat



Apabila suhu ruangan dibawah 27°C, maka pertumbuhan nata akan terhambat (Sutarminingsih, 2004), karena suhu yang optimal pada proses fermentasi adalah suhu 28°C. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan nata adalah guncangan. Apabila wadah nata selama fermentasi terkena guncangan karena sering berpindah tempat, maka aktifitas bakteri *A. xylinum* terganggu sehingga nata akan lepas dari dinding wadah fermentasi dan akhirnya tenggelam (Setiani, 2007). Kombinasi konsentrasi dan lama fermentasi yang disarankan dari hasil penelitian eksploratif ini adalah konsentrasi *S. polycystum* 2%, 3%, 4% dan 5% dengan lama fermentasi 7, 10, 13 dan 16 hari. Substrat nata de sargassum dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4.

KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan penelitian pertama yang menggunakan *S. polycystum* sebagai media pembuatan nata. Hasil penelitian membuktikan bahwa rumput laut coklat dapat digunakan untuk membuat nata de sargassum. Penentuan konsentrasi *S. polycystum* dan lama waktu fermentasi proses pembuatan nata harus tepat, karena kekurangan ataupun kelebihan substrat dan lama fermentasi akan menyebabkan aktivitas *A. xylinum* selama proses fermentasi tidak optimal. Hasil penelitian eksploratif ini diperoleh petunjuk bahwa untuk penelitian selanjutnya digunakan kombinasi konsentrasi *S. polycystum* adalah 2%, 3%, 4% dan 5% dengan lama fermentasi 7, 10, 13 dan 16 hari untuk mencari kualitas nata de sargassum terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran kegiatan penelitian ini. Terkhusus kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan yang telah memberikan anggaran untuk melaksanakan kegiatan penelitian.

REFERENSI

Aditiwati & Kusnadi. (2007). Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berpengaruh dalam Fermentasi Tea Cyder. Bandung: Departemen Biologi ITB .
Anam, C. (2019). Mengungkap Senyawa pada Nata de Coco sebagai Pangan Fungsional.

Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian, 42-53.

- Basmal, J., Utomo, B. S., Tazwir, Murdinah, Wikanta, T., Marraskuranto, E., & Kusumawati, R. (2013). Membuat Alginat Dari Rumput Laut Sargassum. Jakarta: Penebar Swadaya.
- BPPMHP. (2005). Laporan Pengembangan Produk Bernilai Tambah Bandeng Tanpa Duri dan Nata Agar. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Departemen Kelautan dan Perikanan .
- Budhiono, A., Rosidi, B., Taher, H., & Iguchi, M. (1999). Kinetics Aspect of Bacterial Cellulose Formation In Nata De Coco Culture system . Carbohydrate polymer, 137-143.
- Budiarti, R. S. (2008). Pengaruh Konsentrasi Starter Acetobacter xylinum Terhadap Ketebalan dan Rendemen Selulosa Nata de Soya. Journal Biospecies UNJA, 1, 19-24.
- Collado, L. S. (1986). Processing and Problem of The Industry in The Philippines. Traditional Food and Their Processing, 13-15.
- Hamad, A., Adriyani, N. A., Wibisono, H., & Sutopo, H. (2011). Pengaruh Penambahan Sumber Karbon Terhadap Kondisi Fisik Nata de Coco. Techno, 12, 74-77.
- Hold, S. L., & Kraan, S. (2016). Bioactive compounds in seaweed: Functional food and legislation.
- Iguchi, M., Yamanaka, S., & Budhiono, A. (2020). Bacterial Cellulose. A masterpiece of Nature's Arts. Journal of Material Science, 35, 261-270.
- Iryandi, A.F., Hendrawan, Y., & Komar, N. (2014). Pengaruh Penambahan Air jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Nata de Soya. Journal Biopress Komoditas Tropis, Vol 1 No 1, 8-15
- Kasim, M. (2016). Makro Alga. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nugroho, D. A., & Aji, P. (2015). Characterization of Nata de Coco Produced by Fermentation Immobilized Acetobacter xylinum. Agriculture and Agricultural Science Prodia , 278-282.
- Nur, A. (2009). Karakteristik Nata De Cottonii Dengan Penambahan Dimetil Amino Pospot (DAP) dan Asam Asetat Glisial. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nurhayati, S. (2016). Kajian Pengaruh Kadar Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Nata de Soya. Jurnal Matematika Sains dan Teknologi , 40-47.
- Pakidi, C. S., & Suwoyo, H. S. (2017). Potensi dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alga Cokelat Sargassum sp. Journal Muhammadiyah University of Makassar, 6, 551-560.
- Piadozo, M. e. (2016). Nata de coco Industries in the Philippines. Bacterial Nanocellulose, 215-229.



- Probowo, G., & Farhan, M. (2008). Teknik Budidaya Rumput Laut. Serang: BAPPL-STP Serang.
- Putri, S. N., Syaharani, W. F., Utami, C. V., Safitri, D. R., Shafira, Z., & sari, A. R. (2021). Pengaruh Mikroorganisme, Bahan Baku, Dan Waktu Inkubasi Pada Karakter Nata; Review. Teknologi Hasil Pertanian, 62-74.
- Putriana, I., & Aminah, S. (2013). Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik Nata de Casava Berdasarkan Lama Fermentasi. Jurnal Pangan dan Gizi, 29-38.
- Rachmawati, N. A., Haryati, S., & Munandar, A. (2017). Karakteristik Nata de Seaweed dengan Konsentrasi Bakteri *Acetobacter xylinum*. Jurnal Perikanan dan Kelautan, 112-124.
- Rizal, H. M., Pandiangan, D. M., & Saleh, A. (2013). Pengaruh Penambahan Gula, Asam Asetat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kualitas Nata de Corn. Jurnal Teknik Kimia, 34-39.
- Setiani, A. (2007). Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Amonium Sulfat Terhadap Mutu *Gracilaria* sp (Skripsi. utg.). Bogor: IPB.
- Sumandiarsa, I. K., Bengen, D., Santoso, J., & Januar, H. I. (2004). Nutritional Composition And Alginate of *Sargassum polycystum* (C. Agardh,1984) Growth In Sebesi Island Coastal, Lampung Indonesia. IOP Conferensi; Earth Environ Sci, (584).
- Sutarminingsih. (2004). Peluang Usaha Nata de Coco. Yogyakarta: Kanisius.
- Syukroni, I., Yuliati, K., & Baehaki, A. (2013). Karakteristik Nata de Seaweed (*Eucheima cottonii*) dengan Perbedaan Konsentrasi Rumput Laut Gula Aren. Fishtech, 1-8.
- Wafa, A. A., Wibisono, S. A., Baskoro, A. S., & Rizeki, A. (2014). Nata de Vable, Minuman Bermanfaat, Kaya Serat dan Harga Bersahabat. Jakarta: Kementrian Riset dan Perguruan Tinggi.
- Warella, J. C., Tuapattinaya, P., & Papilaya, P. (2016). Lama Fermentasi terhadap Kadar Serat Nata Buah Gandaria. Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan, 33-39.