

KEMAMPUAN BAKTERI *Acetobacter xylinum* MENGUBAH KARBOHIDRAT PADA LIMBAH PADI (BEKATUL) MENJADI SELULOSA

Nadiyah¹, Krisdianto¹, Aulia Ajizah²

¹ FMIPA Unlam, Jl. A.Yani Km 38.5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan

² FKIP Unlam, Jl H.Hasan Basri Banjarmasin Kalimantan Selatan

ABSTRACT

The capability of *Acetobacter xylinum* to convert carbohydrate of rice-bran to cellulose was studied. Six treatments: 0, 1, 5, 10, and 20 g/L of rice-bran water were applied, and the thickness, weight and fiber from cellulose as fermentation results were recorded. It was discovered that higher concentration of rice-bran increased the thickness, weight and amount of fibers. Significant increase in fiber were found among 1 g/L, 5 g/L, and 10g/L of rice-brand. Higher concentration of rice-brand did not produced significant increase in fibers.

Key words: rice-bran, *Acetobacter xylinum*, cellulosa

PENDAHULUAN

Dalam proses penggilingan padi, ada empat jenis limbah yang dapat dibedakan satu dengan yang lain, yaitu sekam, dedak, bekatul dan menir (Soemardi *et al.*, 1991). Dedak dan bekatul ($\pm 10\%$ berat gabah kering giling) merupakan hasil sampingan yang diperoleh dari lapisan luar beras pecah kulit dalam penyosohan yang hasil utamanya adalah beras putih atau beras sosoh (Tangendjaja, 1991). Dari penyosohan pertama akan diperoleh dedak yang terdiri dari perikarp, nuselus, tegmen (kulit ari), lapisan aleuron, dan lembaga. Dari penyosohan kedua, diperoleh bekatul yang mengandung lebih banyak subaleuron dari endosperm. Akan tetapi, di

Indonesia, proses penyosohan beras umumnya dilakukan hanya dalam satu tahap saja. Dengan demikian, hasil samping dari sosohan tersebut, yaitu dedak dan bekatul, bercampur menjadi satu, sehingga limbah penggilingan padi yang berupa dedak berarti pula bekatul (Iskandar, 2002).

Walaupun merupakan hasil sampingan dari proses penyosohan padi, kandungan gizi dan komposisi kimia bekatul cukup tinggi: protein 11,3-14,4%, lemak 15,0-19,7%, serat kasar 7,0-11,4%, karbohidrat 34,1-52,3% dan abu 6,6-9,9% (Lubis *et al.*, 2002). Berdasarkan data tersebut kandungan karbohidrat yang paling banyak terdapat pada bekatul. Bekatul kaya akan serat dengan kandungan hemiselulosa yang tinggi (Anonim², 2002), bahkan menurut Buckle *et al.* (1978) kandungan karbohidrat bekatul mencapai 80% dari berat kering.

Pemanfaatan limbah yang mengandung karbohidrat telah banyak dilakukan antara lain air kelapa yang dimanfaatkan menjadi nata de coco, limbah cair pembuatan tahu menjadi nata de soya dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Komposisi kimia tersisa pada bekatul yang cukup tinggi memungkinkan limbah ini masih dapat dimanfaatkan. Dipertanyakan apakah karbohidrat pada bekatul juga dapat dimanfaatkan *Acetobacter xylinum* untuk membentuk selulosa, dan jika dapat, seberapa besar kemampuan bakteri ini mengubah karbohidrat tersebut menjadi selulosa.

BAHAN DAN METODE

Analisis Kadar Serat Kasar

Analisis dilakukan dengan mengacu pada Sudarmadji *et al.* (1997). Sebanyak 2 g bekatul di dalam erlenmeyer ditetesi 1 tetes zat anti buih (antifoam agent). Kemudian ke dalamnya ditambahkan 200 ml larutan H₂SO₄ mendidih (1.25 ml H₂SO₄ pekat/ 100 ml aquadest) dan ditutup dengan pendingin balik, lalu dididihkan selama 30 menit. Suspensi disaring, residu dicuci sampai air cucian tidak bersifat asam lagi. Residu dipindahkan dari kertas saring ke dalam erlenmeyer

kembali dengan spatula, dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH mendidih (1025 gr NaOH pekat/ 100 ml aquadest) sebanyak 200 ml sampai semua residu masuk ke dalam erlenmeyer. Dididihkan kembali dengan pendingin balik sambil digoyang-goyang selama 30 menit. Residu disaring melalui kertas saring kering yang diketahui beratnya, residu dicuci sampai pH netral. Residu dicuci dengan 15 ml K₂SO₄ 10%, lalu dengan aquadest. Setelah mendidih dicuci dengan 15 ml alkohol 95%. Kertas saring dikeringkan pada 110 °C selama 1-2 jam, lalu didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang.

Pembuatan Nata

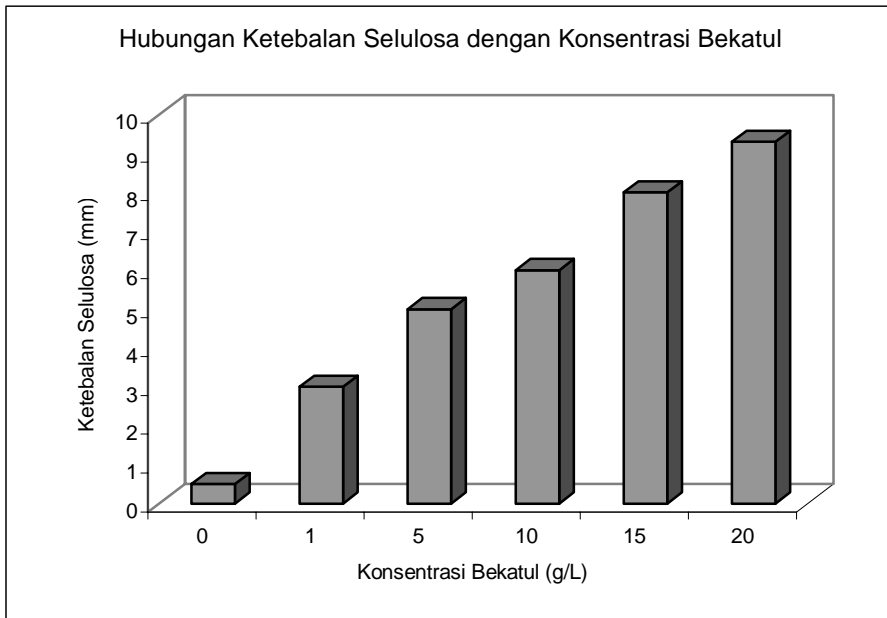
Bekatul seberat 1, 5, 10, 15, 20 g dilarutkan dalam satu liter air. Larutan bekatul kemudian dicampur dengan 10% gula, 0.5% ZA dan asam asetat sampai pH 4, lalu dididihkan sampai 100°C. Kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker yang steril, ditutup dengan kertas steril. Setelah dingin diinokulasi dengan 10% *Acetobacter xylinum*. Diinkubasi selama 15 hari pada suhu 30°C.

Analisis Data

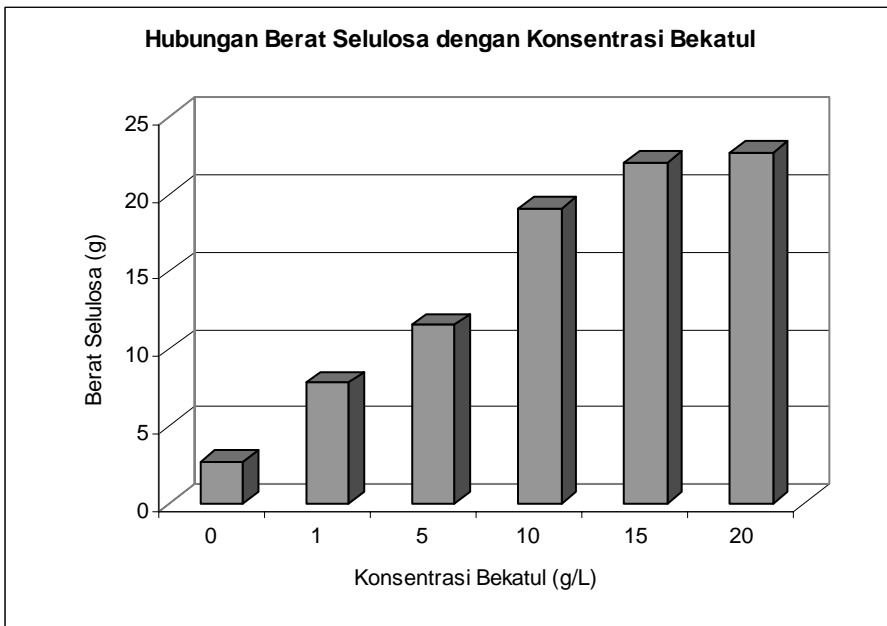
Hasil perhitungan kadar serat selulosa dianalisis dengan ANAVA. Yang berpengaruh signifikan dilanjutkan dengan uji Tukey.

HASIL

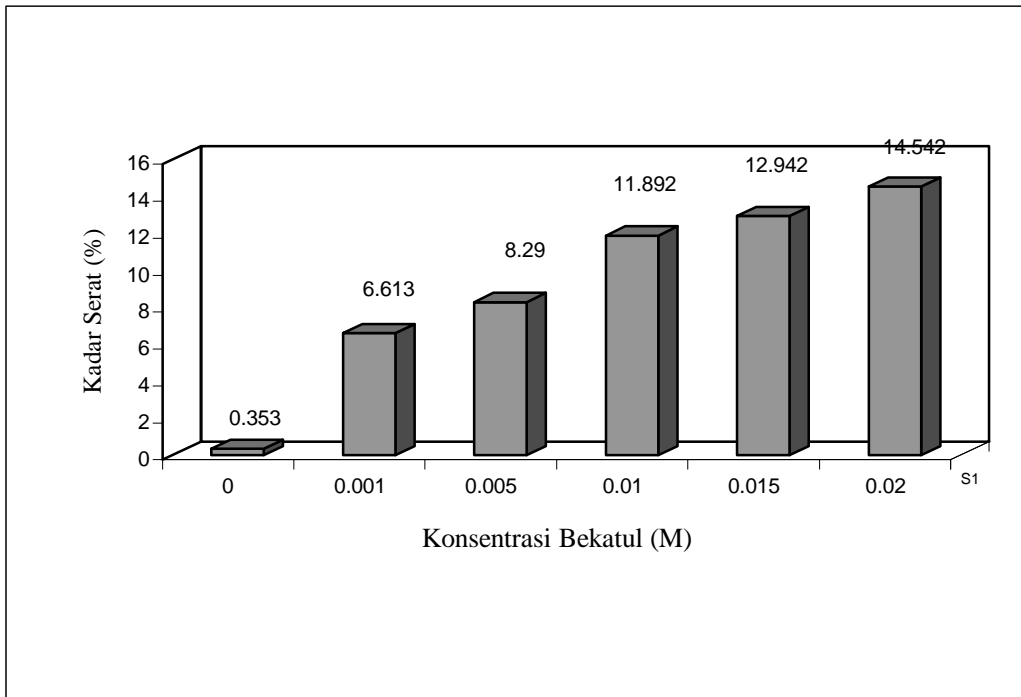
Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Acetobacter xylinum* mempunyai kemampuan untuk menghasilkan selulosa dengan ketebalan, berat basah dan kadar serat yang berbeda. Peningkatan kadar serat seiring dengan meningkatnya konsentrasi bekatul yang diberikan. Peningkatan kadar serat tampak nyata pada pemberian bekatul 1 g/L, 5 g/L, dan 10g/L. Namun, pemberian bekatul sebesar 15 g/L dan 20g/L tidak menunjukkan peningkatan kadar serat yang nyata.



Gambar 1. Ketebalan Selulosa Pada Berbagai Konsentrasi Bekatul



Gambar 2. Berat Sellulosa Pada Berbagai Konsentrasi Bekatul



Gambar 3. Grafik Kadar Serat Sellulosa Pada Kadar Bekatul yang Berbeda

DISKUSI

Kemampuan *Acetobacter xylinum* Menghasilkan Sellulosa

Perbedaan konsentrasi bekatul menyebabkan perbedaan nilai kadar serat yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* (Gambar 3). Perbedaan ini menggambarkan perbedaan kemampuan *Acetobacter xylinum* dalam menjalin selulosa (serat). Perbedaan kemampuan ini disebabkan adanya perbedaan kadar nutrisi yang tersedia dalam medium. Nilawati *et al.* (1997) menyatakan bahwa kandungan nutrisi yang tersedia dalam medium seperti karbohidrat, protein, lemak abu dan vitamin B-kompleks lainnya mempengaruhi pembentukan selulosa oleh *Acetobacter xylinum*. Nutrien adalah substansi anorganik dan organik yang dalam larutan melintasi membran sitoplasma. Agar mendapatkan nutrisi dari makanan, sel harus mampu

mencerna makanan tersebut dengan cara mengubah molekul-molekul protein, karbohidrat, dan lipida yang kompleks dan besar menjadi molekul yang sederhana dan kecil dan segera melarut sehingga dapat memasuki sel. (Pelczar & Chan, 1989).

Nutrien yang ada pada medium untuk menumbuhkan *Acetobacter xylinum* sebagian besar diperoleh dari bekatul. Karena sebagaimana menurut Lubis, dkk (2002) bahwa didalam bekatul masih terdapat 11,3-14,4% protein, 15,0-19,7% lemak, 7,0-11,4% serat kasar, 34,1-52,3% karbohidrat, dan 6,6-9,9% abu, maka diduga komponen inilah sebagai nutriennya. Diasumsikan semakin banyak kadar nutrisi, semakin besar kemampuan menumbuhkan bakteri tersebut. Semakin banyak *Acetobacter xylinum* diduga semakin banyak selulosa yang terbentuk. Hubungan peningkatan jumlah selulosa dengan peningkatan kadar bekatul terlihat pada Gambar 1. Menurut Ardiansyah (2004), kandungan nutrisi penting lainnya di dalam bekatul adalah sejumlah multi vitamin penting seperti vitamin B dan vitamin E. Protein yang terdapat pada bekatul berperan sebagai penyedia bahan-bahan untuk pertumbuhan dan memelihara jaringan tubuh; sebagai pengatur kelangsungan proses didalam tubuh; dan memberi energi jika tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak (Suhardjo & Kusharto, 1987; Marsetyo & Kartasapoetra, 1990; Fardiaz, 1992).

Faktor-faktor pertumbuhan yang mempengaruhi kemampuan *Acetobacter xylinum* menghasilkan selulosa selain ketersediaan nutrisi pada medium, juga pH medium antara 3-6, suhu lingkungan berkisar antara 20 - 28°C (Fardiaz, 1992). Sel-sel akan tumbuh dan membelah diri secara eksponensial yang dibantu oleh kondisi lingkungan yang sesuai. La Teng (1999) menyatakan bahwa biosintesis selulosa juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti kandungan oksigen pada permukaan medium, kondisi medium mengalami agitasi atau tidak, dan ketersediaan sumber karbon yang cukup. Ketersediaan sumber karbon erat sekali dengan kandungan karbohidrat. Dengan demikian biosintesis selulosa akan meningkat seiring meningkatnya jumlah karbohidrat yang diubah. Hubungan peningkatan berat basah selulosa dengan peningkatan kadar bekatul tergambar pada Gambar 2.

Hubungan Kadar Bekatul dengan Ketebalan, Berat dan Kadar Serat Selulosa

Ketebalan jalinan selulosa sebagai hasil dari proses fermentasi meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah bekatul yang ditambahkan pada medium fermentasi. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan nutrisi yang cukup pada medium tumbuh menyebabkan bakteri mampu melakukan metabolisme dan reproduksi yang cukup tinggi, sehingga produk metabolismenya pun semakin banyak. Monomer-monomer selulosa hasil sekresi *Acetobacter xylinum* terus berikatan satu dengan yang lainnya membentuk lapisan-lapisan yang terus menerus menebal seiring dengan berlangsungnya metabolisme *Acetobacter xylinum*. Semakin banyak hasil sekresi *Acetobacter xylinum*, maka semakin tebal pula selulosa yang dihasilkan dari proses fermentasi.

Berat selulosa yang dihasilkan semakin besar seiring dengan meningkatnya jumlah nutrisi yang ditambahkan pada medium tumbuh. Semakin banyak nutrisi yang tersedia, maka semakin banyak pula jalinan-jalinan selulosa yang dihasilkan (Gambar 2) sebagai produk metabolit sekunder. Jalinan-jalinan selulosa tersebut terus berikatan membentuk ikatan yang kokoh dan kompak. Menurut Djutikah (2002), berat selulosa yang dihasilkan selain dipengaruhi oleh tebal tipisnya selulosa, juga dipengaruhi oleh kekompakan ikatan. Semakin kompak ikatannya akan semakin bertambah beratnya.

Kadar serat selulosa hasil fermentasi menunjukkan semakin besar konsentrasi bekatul pada medium, semakin besar pula kadar serat yang dihasilkan (gambar 3). Hal ini mengindikasikan semakin besar pula kemampuan *Acetobacter xylinum* menghasilkan metabolit sekunder, yang berupa jalinan serabut selulosa yang termasuk serat kasar.

Banyaknya kandungan nutrisi pada medium ini berpengaruh terhadap kadar serat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena selama proses fermentasi, nutrisi terus menerus dipakai oleh *Acetobacter xylinum* untuk membentuk produk metabolisme. Nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri selama proses kehidupannya adalah makanan yang mengandung unsur C, H, O dan N yang berguna untuk

menyusun protoplasma (Dwidjoseputro, 1989). Nutrien yang berperan utama dalam proses fermentasi oleh *Acetobacter xylinum* adalah karbohidrat sebagai sumber energi dan untuk perbanyakan sel (Kadir, 2003). Pada proses metabolismenya, selaput selulosa ini terbentuk oleh aktivitas *Acetobacter xylinum* terhadap glukosa (Hidayat, *et al.*, 2003). Karbohidrat pada medium dipecah menjadi glukosa yang kemudian berikatan dengan asam lemak (Guanosin trifosfat) membentuk prekursor penciri selulosa oleh enzim selulosa sintetase, kemudian dikeluarkan ke lingkungan membentuk jalinan selulosa pada permukaan medium.. Selama metabolisme karbohidrat oleh *Acetobacter xylinum* terjadi proses glikolisis yang dimulai dengan perubahan glukosa menjadi glukosa 6-posfat yang kemudian diakhiri dengan terbentuknya asam piruvat. Glukosa 6-P yang terbentuk pada proses glikolisis inilah yang digunakan oleh *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan selulosa.

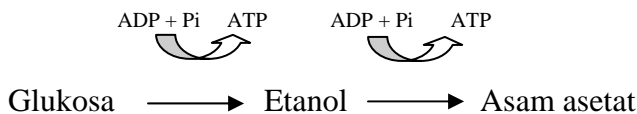
Selain metabolit sekunder, *Acetobacter xylinum* juga menghasilkan metabolit primer berupa asam asetat, air dan energi yang digunakan kembali dalam siklus metabolismenya. Asam asetat dimanfaatkan oleh *Acetobacter xylinum* sebagai substrat agar tercipta kondisi yang optimum untuk pertumbuhannya dan untuk membentuk CO₂ dan H₂O. Menurut Mandel (2004) bakteri *Acetobacter xylinum* bersifat “overoxidizer” yaitu dapat mengubah asam asetat dalam medium fermentasi menjadi CO₂ dan H₂O, apabila gula dalam medium fermentasi telah habis dimetabolisir. Banyaknya mikroba yang tumbuh pada suatu media sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang terkandung di medium (Gaman & Sherrington, 1994).

Analisis varian ($\alpha = 0,05$) menunjukkan adanya pengaruh nyata pemberian bekatul terhadap kadar serat yang dihasilkan selama proses fermentasi. Perbedaan yang nyata pada 1 g/L, 5 g/L, dengan 10 g/L. Serat yang dihasilkan pada 15 g/L bekatul tidak berbeda nyata dengan 10 g/L dan 20 g/L. Penambahan jumlah bekatul tidak diikuti dengan penambahan kadar serat dari sellulosa secara signifikan. Berdasarkan hal ini, penambahan jumlah bekatul 10 g/L pada medium tumbuh lebih efisien dibandingkan daripada 15 g/L. *Acetobacter xylinum* tidak mampu mensintesis sellulosa lebih banyak lagi walaupun nutrien pada medium masih

tersedia, sehingga kadar serat yang dihasilkan pun tidak berbeda nyata. Hal ini dimungkinkan keterbatasan kondisi medium yang sudah tidak optimal untuk pertumbuhan dan pembiakan bakteri tersebut karena terjadi perubahan faktor-faktor fisik medium (Baron, *et al.*, 1994).

Acetobacter xylinum yang difermentasi di dalam medium dengan suasana asam (pH 4) dan kadar gula yang tinggi akan membentuk nata (Anonim¹, 2002). Terjadinya peningkatan kadar selulosa diindikasikan sebagai akibat penambahan bekatul yang meningkatkan kadar glukosa pada medium. Menurut Mandel (2004) bakteri *Acetobacter xylinum* yang ditumbuhkan pada medium yang mengandung gula akan menggunakan sebagian glukosa untuk aktivitas metabolisme dan 19% gula menjadi selulosa (Anonim¹, 2004). Rendahnya kadar selulosa yang dihasilkan pada medium yang tanpa ditambahkan bekatul (kontrol) diduga karena gula yang terkandung di medium sebagian besar telah digunakan oleh *Acetobacter xylinum* untuk memperoleh energi metabolisme, sedangkan yang akan digunakan untuk sintesis selulosa hanya sedikit.

Selama fermentasi terjadi penurunan pH dari 4 menjadi 3. Derajat keasaman medium yang tinggi ini merupakan syarat tumbuh bagi *Acetobacter xylinum* (Kadir, 2003). *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh pada kisaran pH 3-6. Pada medium yang asam sampai kondisi tertentu akan menyebabkan reproduksi dan metabolisme sel menjadi lebih baik, sehingga metabolitnya pun banyak. Menurut Kadir (2003) penurunan pH medium ini salah satunya disebabkan karena terurainya gula menjadi etanol oleh *Acetobacter xylinum* yang kemudian berubah menjadi asam asetat seperti pada persamaan reaksi berikut:



Peningkatan jumlah bekatul pada medium fermentasi menyebabkan ketersediaan nutrisi semakin besar. Pada medium yang nutrisinya tinggi (sampai batas tertentu) akan menyebabkan kesempatan *Acetobacter xylinum* untuk

melakukan reproduksi semakin besar sehingga populasi *Acetobacter xylinum* pada medium pun lebih banyak. Suatu medium dengan populasi *Acetobacter xylinum* yang besar menyebabkan metabolit primer yang dihasilkan berupa asam asetat pun semakin banyak, yang akan menyebabkan pH medium menjadi semakin rendah. Sisa-sisa metabolisme yang meningkat (Dwidjoseputro, 1989) pun menjadikan kondisi yang tidak optimal bagi pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Hal demikian menyebabkan kemampuan dari *Acetobacter xylinum* untuk bermetabolisme pun menjadi berkurang, sehingga selulosa yang dihasilkan menjadi lebih sedikit. Hal ini tergambar pada penambahan bekatul yang lebih banyak ternyata tidak menyebabkan kadar selulosa yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

KESIMPULAN

Karbohidrat yang terkandung di dalam bekatul dapat dimanfaatkan *Acetobacter xylinum* menjadi nata (selulosa). Setiap peningkatan 5 g bekatul sampai kadar 10 g/L terjadi peningkatan kadar serat antara 2 - 6 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. *Cellulose*. Department of Polymer Science. University of Southern Mississippi <http://www.psrc.usm.edu/index.html> Diakses tanggal : 13 Juli 2004
- Anonim¹. 2002. Teknologi Tepat Guna Pengolahan Pangan: Nata De Soya. <http://www.ipitek.net.id/Ind./warintek>. Diakses tanggal 22 Juli 2004
- Anonim². 2002. *Bekatul Dapat Sembuhkan Ambeien*. Sriwijaya Post <http://www.indonesia.com/sripo/2002/01/24/2401dae2.htm> . Diakses 4 Agt 2004
- Anonim¹. 2004. *Nata De Coco yang Kaya Serat*. *Kompas* <http://www.kompas.co.id/> Diakses tanggal 22 Juli 2004
- Anonim². 2004. *Acetobacter*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Acetobacter>. Diakses tanggal 28 Nopember 2004
- Ardiansyah. 2004. *Sehat Dengan Mengonsumsi Bekatul*. <http://www.beritaiptek.com/pangan.shtml> Diakses tanggal 28 Nopember 2004

- Baron EJ. Paterson LR. Finegold SM. 1994. *Baley and Scott's Diagnostic Microbiology*. 9th ed. Mosby-Year Book Inc. St. Louis.
- Buckle K.A.; R.A. Edwards; G.H. Fleet; M. Wootton. 1978. *Ilmu Pangan (Terjemahan)*. Departement of education and culture directorate general of higher education. International development program of Australian Universities and Colleges.
- Djutikah, E. 2002. *Pengembangan Proses Pembuatan Nata de Coco*. Balai Litbang Industri Surabaya. Vol. XXVIII No. 1
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Gaman, P.M & K.B Sherrington. 1981. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Gadjahmada University Press. Yogyakarta.
- Iskandar, marzuki, 2002. *Bekatul Sereal Padi Kaya Gizi*. Kompas Cyber Media. <http://kcm/google.com/> Diakses tanggal 4 Agustus 2004
- Kadir, S. 2003. *Karakteristik Nata de Coco Dari Starter Ampas Nenas Melalui Penambahan Sukrosa Dan Keasaman Medium*. Journal Agroland 10(2):145-150.
- La Teng, P.N. 1999. *Mengenal "Nata de Coco"*. Balai Industri Ujung Pandang. Vol. 27. No-1 : 32-46.
- Lubis, S., R. Rachmat, Sudaryono., S. Nugraha. 2002. *Pengawetan Dedak Dengan Metode Inkubasi*. Balitpa Sukamandi, Kerawang
- Mandel, JH. 2004. *Efek Penambahan Gula Dan Perbedaan Asal Inokulum Terhadap Tebal Dan Berat Pelikel Nata Pada Pembuatan "Nata De Coco"*. Majalah Ilmiah BIMN Edisi 6.
- Marsetyo, H & G. Kartasapoetra. 1990. *Ilmu Gizi, Korelasi Gizi, Kesehatan dan Produktivitas Kerja*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nilawati; K. Hariyanto; L. Halimah. 1997. *Pengaruh Lama Penyimpanan Limbah Cair Tahu Dan Konsentrasi Asam Asetat Terhadap Mutu Nata De Soya*. Buletin HPI Balai Industri Banda Aceh. Vol. X: 01-02.
- Pelczar, M. J., Chan, ECS. 1989. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jilid 1. Terjemahan. UI Press, Jakarta.
- Sahputra, S. 2004. *Gizi Tersembunyi dari Sebutir Padi (Unpolished/Coarse Rice Powder)*. <http://www.sehatalami.com/> Diakses tanggal 4 Agustus 2004
- Soemardi & Ridwan T. 1991. *penanganan Pascapanen Padi*. Balai penelitian tanaman pangan, Bogor.
- Sudarmadji, S.; B.Haryono; Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta
- Tangendjaja, Budi. 1991. *Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri*. Balai penelitian ternak, Bogor.