

Pemanfaatan Limbah Cucian Beras untuk Pembuatan Makanan Berserat Tinggi Menggunakan Bakteri *Acetobacter xylinum*

Utilization of Waste Water Wased Rice for Producing of High-Fiber Foods by *Acetobacter xylinum*

Akhsin Zulkoni

Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan
Jln. Janti KM 4 Gedongkuning Yogyakarta
E-mail: akhsinzul@yahoo.com

Abstract

This research aimed to utilize water used for washing rice as raw material to make high-fiber foods (*nata de leri*), and to search the optimum sugar levels that can produce the best nata. Laboratory scale experiments were prepared using a factorial design with three repetitions. The treatments tested were four types of rice, such as white rice, brown rice, white and black sticky rice consists of 0, 5, 10, and 15% sugar content. The parameters analyzed were color, thickness, wet weight, fiber content and protein content of nata formed. Observational data were analyzed statistically using analysis of variance with α 1% and 5% followed by DMRT 5% test. Fermentation of various types of rice by the bacterium *Acetobacter xylinum* took five to seven days. Based on the analysis of variance α 1%, there was significant difference between the type of rice and sugar content to the quality of nata formed. Optimum sugar content that produces the best nata was 5%, which occurs in all types of rice. Excessive sugar in the fermentation medium inhibits the process of medium density allegedly causing bacterial cell lysis. Fermentation derived from white sticky rice produce the thickest and hardest nata, and had the highest fiber content, with values 130 cm, 200 gr, and 75% respectively. This was because the starch content was much in white sticky rice than others. Carbohydrates were used by bacteria as a source of nutrients and energy, which has rich of starch from white sticky rice. While the highest protein content was by nata formed from white rice, which is 1.2%.

Keywords: Sugar, *Acetobacter xylinum*, *nata de leri*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan air bekas cucian beras sebagai bahan baku pembuatan makanan berserat tinggi (*nata de leri*), dan mencari kadar gula optimum yang bisa menghasilkan nata terbaik. Percobaan dilakukan pada skala laboratorium yang disusun menggunakan rancangan faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji adalah jenis beras, meliputi beras putih, beras merah, ketan putih dan ketan hitam; serta kadar gula yang terdiri dari 0%, 5%, 10%, dan 15%. Parameter yang dianalisis yakni warna, tebal, berat basah, kadar serat, dan kadar protein nata yang terbentuk. Data pengamatan dianalisis statistik memakai analisis keragaman dengan α 1% dan α 5%, dilanjutkan uji DMRT α 5% bila ada perbedaan yang nyata. Berdasarkan analisis keragaman α 1%, terbukti bahwa ada pengaruh yang sangat signifikan antara jenis beras dan kadar gula dengan kualitas *nata de leri* yang terbentuk. Kadar gula optimum yang menghasilkan nata terbaik adalah 5% yang terjadi pada semua jenis beras. Gula yang berlebihan dalam medium justru menghambat proses fermentasi karena medium yang pekat menyebabkan sel bakteri lisis. Fermentasi leri yang berasal dari ketan putih menghasilkan nata paling tebal (130 cm), paling berat (200 g) serta mempunyai kadar serat tertinggi (7,5%). Hal ini disebabkan oleh kadar pati dalam leri ketan putih terbanyak dibandingkan dengan lainnya. Kadar protein tertinggi dikandung oleh nata yang dibentuk dari leri beras putih 1,2%.

Kata kunci: Leri, gula, *Acetobacter xylinum*, nata

Diterima: 14 September 2012, disetujui: 1 Januari 2013

Pendahuluan

Hampir dipastikan setiap hari dihasilkan limbah cucian beras yang berasal dari kegiatan rumah tangga, hotel, restoran, warung makan, rumah sakit, usaha katering, dan lain-lain. Selama ini limbah beras dianggap tidak bermanfaat sehingga dibuang percuma yang bisa berakibat mencemari lingkungan.

Mulai tahun 1990, pengelolaan lingkungan berorientasi pada upaya pencegahan atau preventif, dengan prinsip produksi bersih (*cleaner production*) yang dikembangkan sebagai suatu pendekatan preventif yang bersifat terpadu dan operasional. Penerapan produksi bersih sebagai upaya preventif telah menguntungkan bagi para pelaku industri maupun bagi lingkungan hidup (Anonim, 1998).

Antisipasi terjadinya pencemaran lingkungan perlu diupayakan pengurangan beban polutan limbah cair cucian beras dengan berbagai cara. Sesuai dengan prinsip produksi bersih (*cleaner production*), salah satu cara yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan kembali (*reuse*) limbah cair ini sebagai bahan baku pembuatan makanan berserat tinggi (*nata de leri*). Apabila hal ini dilakukan beramai-ramai secara nasional, bisa mengurangi limbah yang mengganggu lingkungan secara luas, artinya pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cucian beras terminimalkan. Di samping itu, limbah yang semula merupakan bahan buangan tak bernilai ekonomi, berubah menjadi bahan yang dapat mendatangkan nilai ekonomi.

Pada kesempatan ini telah diteliti pemanfaatan limbah cucian beras sebagai bahan dasar pembuatan makanan berserat tinggi. Pada pembuatan nata diperlukan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk proses fermentasi dan dilakukan penambahan gula. Bakteri tersebut mempunyai sifat spesifik, yaitu berkemampuan membentuk selaput selulosa tebal pada permukaan cairan fermentasi yang biasa disebut sebagai *nata*. Nata mempunyai nilai gizi rendah tetapi banyak mengandung serat, sehingga sangat cocok untuk orang yang memerlukan diet rendah kalori.

Beras di samping menjadi sumber energi dan protein, juga mengandung karbohidrat.

Penyusun terbesar karbohidrat beras adalah pati (85–90%), dan sebagian kecil pentosan, selulosa, hemiselulosa, dan gula. Dengan demikian, limbah cucian beras juga diprediksi masih mengandung karbohidrat, protein, dan vitamin yang turut lepas pada saat proses pencucian. Bahan-bahan yang terkandung di dalam limbah cucian beras (terutama karbohidrat) merupakan sumber nutrisi bakteri *Acetobacter xylinum*. *Acetobacter xylinum* adalah bakteri asam asetat yang tergolong dalam familia *Pseudomonadaceae* dan termasuk genus *Acetobacter*. *Acetobacter xylinum* mempunyai ciri-ciri antara lain: gram negatif, berbentuk batang, ukuran 2 mikron, biasanya terdapat sebagai sel tunggal atau kadang-kadang membentuk ikatan menyerupai rantai dengan sel lain, membentuk kapsul, bersifat nonmotil, tidak membentuk spora dan berwarna putih mengkilap (Bergey's Manual, 1984). Sifat spesifik dari bakteri ini adalah kemampuannya untuk membentuk selaput tebal pada permukaan cairan fermentasi, yang ternyata adalah komponen selulosa yang lebih lanjut disebut nata (Rahayu dkk., 1993). Adapun ciri fisiologis lain dari bakteri ini menurut Alaban (1962), yaitu bakteri ini tidak mampu mencairkan gelatin, tidak mereduksi H₂S dan tidak mereduksi nitrat menjadi nitrit.

Bakteri ini mempunyai kemampuan untuk mengoksidasi etanol dan karbohidrat menjadi asam asetat, dapat menyintesa polisakarida yang terdiri dari unit-unit glukosa dengan ikatan $\beta 1 - 4$ gluosidik dan jika ditumbuhkan dalam medium yang mengandung nutrien yang cocok akan memproduksi selaput tebal pada permukaan medium. *Acetobacter xylinum* dapat menyintesa selulosa dengan menggunakan glukosa dan fruktosa sebagai sumber karbon. Kondisi yang dibutuhkan adalah kondisi aerob (membutuhkan oksigen). Asam glukonat dan gliserol merupakan prekursor dalam pembuatan selulosa (Bergey's Manual, 1984). Menurut Rahayu dkk., (1993) prekursor (penciri nata) dalam pembentukan selulosa oleh *Acetobacter xylinum* adalah Urasil Difosfoglukosa (UDPG).

Sebagai sumber energi, perlu tambahan gula karena gula yang terkandung di dalam limbah cucian beras sangat rendah. *Acetobacter xylinum* tumbuh dan berkembang dalam

medium gula yang selanjutnya selama fermentasi akan diubah menjadi selulosa. Selulosa terbentuk di permukaan media fermentasi, serta bersifat asam (Rahayu dkk., 1993). Pada hari pertama fermentasi, terjadi kenaikan jumlah sel yang cepat dan setelah hari kedua tampak adanya substansi berbentuk tipis yang terdapat di permukaan cairan, yang disebut dengan nata.

Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada hari pertama, fermentasi nata terjadi kenaikan jumlah sel yang cepat dan setelah hari kedua tampak adanya substansi berbentuk tipis yang terdapat di permukaan cairan. Lapisan tipis tersebut yang disebut dengan nata. Setiap harinya semakin tebal dan setelah proses fermentasi berlangsung selama 15 hari kondisi bakteri sudah menurun. Kondisi yang menurun itu didukung dengan suasana aerob maka akan mempermudah terjadinya kontaminasi, sehingga penebalan tidak terjadi lagi.

Komponen selulosa dalam limbah akan membentuk jaringan mikrofibril yang panjang dalam medium fermentasi. Gelembung-gelembung CO₂ yang dihasilkan selama fermentasi mempunyai kecenderungan melekat pada jaringan selulosa ini sehingga menyebabkan jaringan tersebut terangkat ke permukaan cairan.

Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam rancangan faktorial secara acak kelompok lengkap dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah limbah cucian beras yang berasal dari beras putih (P), beras merah (M), beras ketan putih (K), dan beras ketan hitam (H). Faktor kedua adalah kadar gula yaitu 0%, 5%, 10%, 15%. Parameter yang dianalisis meliputi ketebalan dan berat basah nata, kadar serat, dan kadar protein. Data

hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis keragaman, dilanjutkan uji DMRT (α 5%) bila terdapat perbedaan antarperlakuan (Gomez dan Gomez, 1984).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah diuji penggunaan gula glukosa sebagai sumber energi bagi bakteri dalam berbagai konsentrasi, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Fermentasi dilakukan dengan kondisi: temperatur pada suhu ruang (28°C), pH 4,5 dan lama pengeraman 7 hari.

Karakteristik leri

Beras yang dimanfaatkan lerinya dalam penelitian ini meliputi beras putih, beras merah, ketan putih, dan ketan hitam. Karakteristik leri ke empat beras mempunyai sifat fisik seperti tercantum dalam Tabel 1.

Leri hasil cucian beras berwarna sesuai dengan warna berasnya. Leri yang berasal dari beras putih berwarna putih bening, berbeda dengan leri yang berasal dari ketan putih, warna putihnya tidak bening melainkan pekat menyerupai susu. Hal ini disebabkan kandungan pati dalam ketan putih paling tinggi di antara keempat jenis beras yang digunakan dalam penelitian, yaitu 90%, disusul beras putih dengan nilai 88%. Beras merah menghasilkan leri berwarna merah, sedang beras hitam menghasilkan leri warna hitam. Beras hitam mengandung pati paling rendah yakni 87%.

Berbeda dengan kadar pati, kadar protein tertinggi dimiliki oleh leri yang berasal dari beras putih dengan nilai 80%, sedangkan terendah dikandung oleh leri ketan hitam hanya mencapai 63%.

Tabel 1. Karakteristik leri

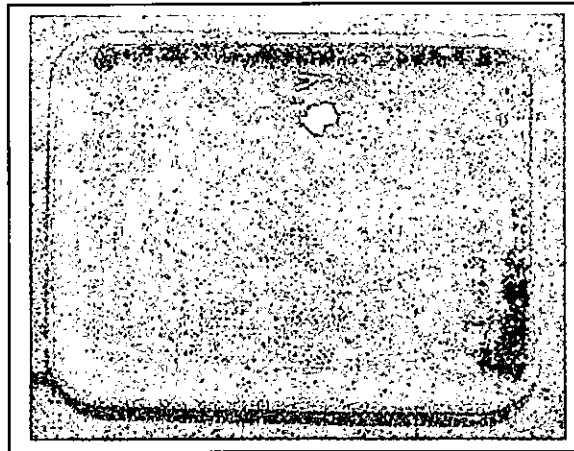
Karakter	Beras putih	Beras merah	Ketan putih	Ketan hitam
Warna	Putih bening	Merah	Putih pekat	Hitam
Kadar pati (%)	88	85	90	87
Kadar protein (%)	80	74	69	63

Tebal dan berat basah nata

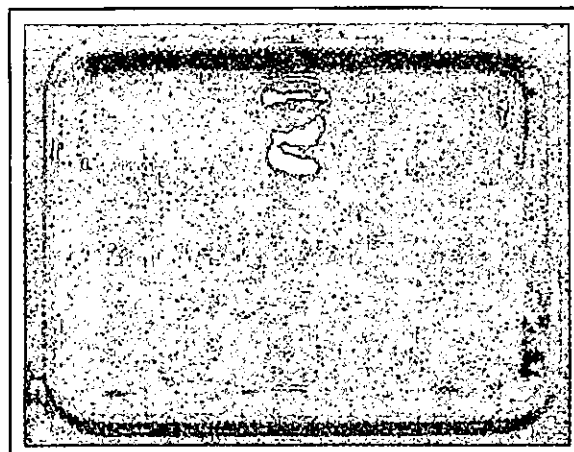
Nata yang dihasilkan dari leri berbagai jenis beras mempunyai warna yang berbeda-beda. Nata yang berasal dari leri beras putih berwarna putih bening/transparan sedang yang terbuat dari leri beras merah berwarna merah. Air cucian ketan putih berwarna putih susu. Setelah difermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* selama tujuh hari, terbentuklah nata yang berwarna putih pekat menyerupai susu, seperti yang terlihat dalam Gambar 3. *Nata de leri* ketan hitam berwarna hitam muda (Gambar 4), seperti warna air cucian yang menjadi bahan baku pembuatan nata tersebut. Selain warna, secara fisik nata yang terbentuk dari keempat jenis beras mempunyai ketebalan dan berat yang berbeda-beda. Tebal nata dan berat basah nata disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa nata yang terbentuk dari leri berbagai jenis beras

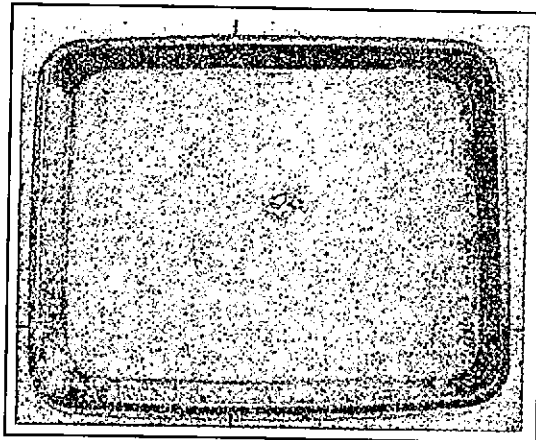
memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Berdasar pada analisis keragaman, nata yang berasal dari leri ketan putihlah yang paling tebal membentuk nata, yaitu rata-rata mencapai 130 mm, sedangkan yang lain di bawah 100 mm. Berturut-turut di bawah ketan putih adalah ketan hitam, beras merah, dan beras putih. Hal ini karena kandungan pati di dalam ketan putih paling tinggi daripada ketiga jenis beras lainnya yaitu 90%. Pati adalah jenis karbohidrat yang merupakan bahan penting dalam proses pembuatan nata, yaitu sebagai sumber nutrisi sekaligus sumber energi bagi bakteri. Unsur karbon dalam pati akan difermentasikan oleh *Acetobacter xylinum* menjadi selulosa, selanjutnya akan membentuk nata. Makin banyak sumber C yang terkandung dalam bahan, makin banyak selulosa. Oleh karena itu, makin tebal nata yang terbentuk.



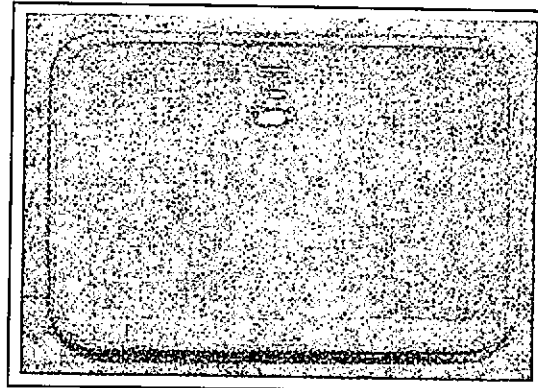
Gambar 1. *Nata de leri* beras putih



Gambar 2. *Nata de leri* beras merah



Gambar 3. Nata de leri ketan putih



Gambar 4. Nata de leri ketan hitam

Tabel 2. Tebal nata de leri dari berbagai jenis beras.

ul	Tebal (mm) nata de leri															
	Beras putih				Beras merah				Beras ketan putih				Beras ketan hitam			
	Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)			
	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15
1	60	40	30	20	50	40	30	30	80	120	60	40	50	40	30	20
2	60	40	30	10	40	50	40	20	80	120	60	40	40	40	20	20
3	50	50	40	10	40	60	30	20	60	150	70	50	30	60	20	20
Rata-rata	57	43	33	13	43	50	33	23	73	130	63	43	40	47	23	20
DMRT α 5%	i	f	d	a	f	h	d	c	k	l	j	f	e	g	c	b

Keterangan: huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata rata-rata antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Tabel 3. Berat nata de leri dari berbagai jenis beras

ul	Berat (g) nata de leri															
	Beras putih				Beras merah				Beras ketan putih				Beras ketan hitam			
	Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)			
	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15
1	55	80	50	30	55	45	40	30	90	200	100	30	90	80	40	30
2	55	60	50	40	50	45	35	35	90	190	90	20	80	85	30	30
3	50	60	45	40	40	60	35	30	80	210	110	40	80	100	30	30
Rata-rata	53,33	66,67	48,33	36,67	48,33	50,00	36,67	31,67	86,67	200	100	30	83,33	88,33	33,33	30
DMRT α 5%	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a

Keterangan: huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata rata-rata antara satu dan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Menurut analisis keragaman, perlakuan gula juga memberi pengaruh yang sangat nyata terhadap pembentukan *nata de leri*. Seperti tampak pada Tabel 2, kadar gula 5% merupakan kadar gula optimum bagi seluruh jenis beras dalam menghasilkan nata. Nata yang dihasilkan pada perlakuan kadar gula 5% sangat berbeda nyata dengan kontrol. Demikian pula penambahan gula di atas 5%, justru menurunkan produksi gula. Hal ini karena gula yang berlebih di dalam bahan menyebabkan konsentrasi bahan meningkat, sehingga mengakibatkan sel-sel bakteri yang berakibat fatal terhadap bakteri.

Glukosa terbukti bisa berperan sebagai sumber energi bagi bakteri *Acetobacter xylinum*. Penambahan gula sebesar 5% telah menampakkan hasil yang nyata dibandingkan dengan kontrol. Pada kadar gula 5% nata yang terbentuk adalah paling tebal dan paling kenyal dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hal ini, membuktikan bahwa atom C di dalam gula sangat membantu dalam penyediaan energi bagi bakteri untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Penambahan gula yang lebih tinggi (sampai 15%) justru menurunkan ketebalan nata. Hal ini dimungkinkan medium fermentasi memiliki konsentrasi tinggi yang menyebabkan sel-sel bakteri lisis, sehingga banyak bakteri yang mengalami kematian. Karena bakteri tumbuh tidak baik, pembentukan selulose terhambat, akibatnya *slime* yang terjadi hanya sedikit (tipis).

Analisis keragaman juga menunjukkan adanya interaksi antara jenis beras dan kadar gula terhadap pembentukan nata. Gula yang ditambahkan ke dalam bahan bertujuan meningkatkan kadar C dalam bahan. Kadar C yang optimum yang menghasilkan nata yang baik. Bahan yang sedikit mengandung C, bakteri memperoleh sedikit nutrisi dan energi sehingga nata yang terbentuk tidak maksimum. Begitu pun sebaliknya, penambahan gula yang berlebih menyebabkan sel-sel bakteri lisis, maka dari itu produksi nata juga tidak maksimum.

Karakteristik fisik nata yang lain yang dapat diamati adalah berat nata. Tabel 3 tampak bahwa leri dari ketan putih menghasilkan nata terberat dengan angka 200 g, yang terjadi pada perlakuan gula 5%. Makin besar kadar gula

yang ditambahkan dalam proses fermentasi justru menurunkan berat nata yang terbentuk. Sebaliknya, *nata de leri* beras merah menghasilkan nata paling ringan dengan berat maksimum 60 g yang terjadi pada perlakuan 5%. Secara keseluruhan, perlakuan gula 5% merupakan perlakuan paling baik untuk semua leri dari berbagai jenis beras.

Ketebalan nata yang terbentuk dari fermentasi leri ternyata diikuti dengan berat basahnya, terutama pada ketan putih. Berat nata pada perlakuan ini (200 g) dua kali lebih besar dibandingkan kontrol yang hanya mencapai 86,67 g. Adapun, nata yang paling ringan terjadi pada perlakuan beras merah (30 g).

Kadar serat

Pada fermentasi nata, bakteri *Acetobacter xylinum* tumbuh dan berkembang dalam medium gula dan selama itu pula akan memfermentasikannya menjadi komponen selulosa dalam leri akan membentuk jaringan mikrofibril yang panjang dalam medium fermentasi. Gelembung-gelembung CO₂ yang dihasilkan selama fermentasi mempunyai kecenderungan melekat pada jaringan selulosa ini sehingga menyebabkan jaringan tersebut terangkat ke permukaan media fermentasi, serta bersifat asam (Rahayu dkk., 1993).

Menurut perhitungan statistik menggunakan analisis keragaman, jenis beras dan kadar gula berpengaruh sangat nyata terhadap kadar serat nata. Kadar serat tertinggi dikandung oleh leri yang terbentuk dari leri ketan putih, yaitu sebesar 7,4% terjadi pada penambahan gula 5%. Hal ini sebanding dengan tebal dan berat nata yang mempunyai nilai tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Makin besar kadar gula yang ditambahkan dalam bahan, nata dari leri ketan hitam makin kecil kadar seratnya, karena banyak bakteri yang mati akibat lisis oleh kepekatan bahan.

Kadar serat paling rendah adalah nata hasil fermentasi leri beras merah, hanya mencapai 6,4%. Secara keseluruhan, kadar serat dalam nata berturut-turut dari yang tertinggi hingga terendah adalah ketan putih (7,4%), ketan hitam (7,1%) beras putih (6,8%) dan beras merah (6,8%).

Serat dalam *nata de leri* yang terbanyak adalah selulosa, yang membentuk lapisan padat, berwarna putih (seperti air susu), kenyal, terapung di permukaan médium fermentasi. Fermentasi air bekas cucian beras pada kontrol ternyata mempunyai kadar serat yang cukup tinggi, yaitu rata-rata di atas 4%, ini menunjukkan bahwa di dalam leri masih mengandung karbohidrat yang cukup tinggi, yang bisa digunakan sebagai sumber energi oleh bakteri tanpa penambahan gula. Penambahan gula berdampak positif bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri sampai batas tertentu. Dengan demikian proses perombakan karbohidrat yang menghasilkan selulosa juga makin cepat. Pada semua jenis beras, kadar gula yang terbaik mendukung perkembangan mikrofibril adalah 5%. Kurang dari atau lebih dari 5% gula yang ditambahkan ke dalam bahan berakibat turunya produksi nata.

Kadar protein

Nata de leri selain mempunyai kandungan terbanyak berupa selulosa, juga mengandung protein yang bermanfaat bagi

tubuh. Hasil analisis kadar protein selengkapnya ditampilkan dalam Tabel 5.

Kadar protein dalam nata dipengaruhi secara nyata oleh jenis beras dan kadar gula. Berdasarkan analisis keragaman yang dilanjutkan dengan uji DMRT α 5%, leri beras putih dengan penambahan gula sebesar 5% menghasilkan nata dengan kandungan protein paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada kondisi ini kadar protein rata-rata mencapai 1,20%. Alasan yang mendukung pernyataan tersebut yakni bahwa leri beras putih sebagai bahan bakunya mempunyai kandungan protein paling tinggi dengan nilai 80%. Adapun yang lain di bawahnya, masing-masing sebagai berikut beras merah 74%, ketan putih 69%, dan ketan hitam 63%.

Protein merupakan senyawa yang mengandung unsur nitrogen. Nitrogen sangat berperan dalam pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Kandungan nitrogen yang tinggi akan memacu keduanya, sehingga proses fermentasi leri menjadi dipercepat.

Tabel 4. Kadar serat (%) *nata de leri* dari berbagai jenis beras.

ul	Kadar serat (%) <i>nata de leri</i>															
	Beras putih				Beras merah				Beras ketan putih				Beras ketan hitam			
	Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)			
	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15
1	3,8	6,5	5,5	5,5	3,9	6,6	5,8	5,1	5,1	7,7	6,8	6,5	4,4	7,1	6,1	5,5
2	3,9	7,1	5,7	5,0	4,1	6,2	6,2	6,0	5,3	7,1	7,0	7,1	5,2	7,3	6,5	5,8
3	4,6	6,8	6,2	4,9	3,8	6,5	5,7	4,8	5,0	7,8	7,1	6,1	4,6	6,8	7,0	6,2
Rata2	4,1	6,8	5,8	5,1	3,9	6,4	5,9	5,3	5,1	7,5	6,9	6,6	4,7	7,1	6,5	5,8
DMRT α 5%	b	i	f	d	a	g	f	e	d	k	i	h	c	j	h	f

Keterangan: huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata rata-rata antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Tabel 5. Kadar protein (%) *nata de leri* dari berbagai jenis beras.

ul	Kadar protein (%) <i>nata de leri</i>															
	Beras putih				Beras merah				Beras ketan putih				Beras ketan hitam			
	Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)				Kadar gula (%)			
	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15
1	0,09	1,16	0,89	0,65	0,09	1,10	0,90	0,77	0,04	0,50	0,48	0,38	0,03	0,51	0,42	0,45
2	0,06	1,25	0,85	0,66	0,10	1,15	0,89	0,73	0,06	0,53	0,53	0,35	0,06	0,46	0,36	0,41
3	0,06	1,20	0,86	0,70	0,08	1,06	0,93	0,79	0,07	0,48	0,48	0,40	0,03	0,49	0,40	0,36
Rata2	0,06	1,20	0,87	0,67	0,09	1,10	0,91	0,76	0,06	0,50	0,50	0,38	0,04	0,49	0,39	0,41
DMRT α 5%	b	n	j	h	k	m	l	i	b	g	g	c	a	f	d	e

Keterangan: huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata rata-rata antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Produksi bersih pada kegiatan rumah tangga khususnya leri yang berupa air bekas cucian beras dapat diterapkan melalui pendekatan *reuse*, yaitu pemanfaatan limbah cair menjadi makanan yang layak dikonsumsi oleh masyarakat. Leri dimanfaatkan kembali menjadi bahan makanan berserat tinggi, yaitu *nata de leri*, dengan memfermentasikannya menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*.

Perlakuan kontrol (tanpa penambahan gula) nata sudah bisa terbentuk, hanya hasilnya jauh dari memuaskan. *Slime* yang terbentuk sebagai nata sangat tipis (rerata 40 mm), mudah putus jika diangkat, kurang kenyal dan mempunyai kadar serat dan kadar protein sangat rendah (berturut-turut mempunyai rerata 4% dan 0,06%). Hal ini karena bakteri hanya mengandalkan kandungan karbohidrat di dalam leri sebagai médium fermentasi yang berkadar sangat rendah. Keadaan ini kurang memacu pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri pembuat nata, akibatnya proses fermentasi sangat lambat. Dengan demikian, pembentukan selulosa yang menyusun sebagian besar nata pun hanya sedikit.

Penambahan gula ke dalam medium fermentasi mampu mempercepat proses pembentukan nata. Glukosa yang tergolong dalam monosakarida ($C_6H_{12}O_6$) menyumbang tenaga untuk pertumbuhan bakteri. Konsentrasi gula sebesar 5% mampu meningkatkan tebal dan berat nata (dari kontrol). Pada beras putih, nata yang terbentuk seberat 66,67 g, selisih 13,34 g dari kontrol (53,33 g); beras merah 50 g, selisih 1,27 g dari kontrol (48,33 g); ketan putih 200 g, selisih 113,33 g dari kontrol; dan ketan hitam 88,33 g selisih 5 g dari kontrol yang menghasilkan nata seberat 83,33 g.

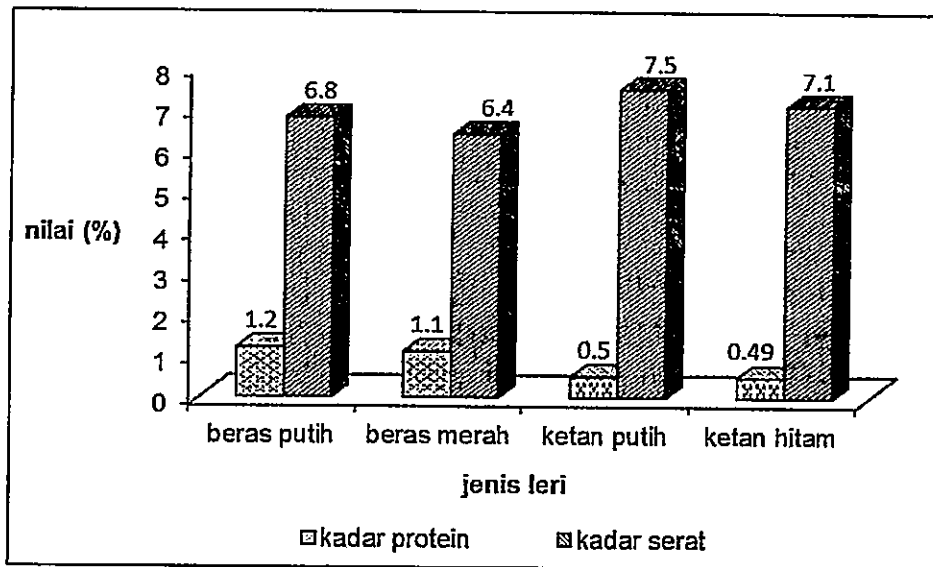
Dari data ini terlihat bahwa jenis beras berpengaruh sangat baik terhadap proses pembentukan nata, karena leri dari setiap jenis beras mempunyai kadar serat dan kadar protein yang berbeda-beda. Leri yang berasal dari beras putih mempunyai kadar pati 88%, kadar protein 80%. Leri beras merah mengandung pati 85% dan protein 74%. Leri ketan putih mengandung pati tertinggi daripada lainnya yaitu 90%, namun kadar proteinnya hanya 69%. Ketan hitam ternyata menghasilkan leri dengan kandungan pati dan protein paling rendah masing-masing 87% dan 63%.

Selulosa diketahui sebagai penyusun komponen serat paling dominan. Oleh karena itu, ketebalan nata akan diikuti oleh kadar seratnya. Nata makin tebal, kadar serat makin tinggi. Perlakuan ketan putih dengan konsentrasi gula 5% menghasilkan *nata de leri* paling tebal (130 cm), diikuti kadar serat tertinggi pula (7,5%). Sementara itu, kadar protein terbanyak ada dalam kandungan nata yang terbuat dari leri beras putih, yakni 1,20%, sedang terendah ketan hitam dengan nilai 0,04%. Hal ini sebanding dengan kandungan protein dalam leri yang merupakan bahan baku pembuatan *nata de leri*. Kadar protein leri beras putih sebesar 80%, sedang leri ketan hitam mengandung 63% protein.

Menurut perhitungan statistik dengan analisis keragaman α 1%, ternyata ada pengaruh yang signifikan konsentrasi gula terhadap produksi nata. *Acetobacter xylinum* dapat menyintesa polisakarida yang terdiri dari unit-unit glukosa dengan ikatan β 1-4 gluosidik. Kondisi yang dibutuhkan adalah kondisi aerob (membutuhkan oksigen). Asam glukonat dan gliserol merupakan prekursor dalam pembuatan selulosa (Bergey's, 1984).

Uji DMRT α 5% menunjukkan bahwa diantara seluruh perlakuan, *nata de leri* dari jenis beras putih mempunyai kualitas yang lebih baik daripada yang lain. Gambar 5 menunjukkan kadar protein dan kadar serat *nata de leri* yang berasal dari berbagai jenis beras.

Serat adalah komponen dalam makanan yang tidak dapat digunakan sebagai sumber energi karena tidak adanya enzim dalam usus manusia yang mampu menghidrolisis serat. Salah satu aktivitas fisiologis selulosa adalah mengikat air dalam saluran cerna. Setiap gram selulosa dapat mengikat 0,4 g air. Menurut Lairon dkk., (1985) selulosa dapat mengikat lipase ($0,93 \pm 0,6\%$), garam empedu ($1,2 \pm 0,5\%$), fosfolipid ($4,3 \pm 0,2\%$), dan kolesterol ($0,9 \pm 0,6\%$). Menurut Rahayu dkk., (1993) selulosa mempunyai efek menurunkan waktu transit di usus yang menyebabkan semakin singkat dan rendahnya penyerapan nutrient, termasuk lemak dan glukosa. Dengan demikian, serat yang terdapat di dalam *nata de leri* potensial dijadikan makanan bagi penderita hiperlipidemia dan hiperglikemia.



Gambar 5. Kadar protein dan kadar serat *nata de leri* dari berbagai jenis beras pada perlakuan gula 5%.

Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan, analisis statistik dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis beras dan kadar gula terhadap *nata de leri* yang terbentuk. Kadar gula 5% merupakan perlakuan yang terbaik pada seluruh jenis beras untuk pembuatan *nata de leri*. Berdasar pada kadar protein dan kadar serat, leri dari beras putih menghasilkan nata paling baik, dengan nilai 1,20% dan 6,8%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Dirjen Dikti Departemen

Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian melalui skim Dosen Muda.

Daftar Pustaka

- Alaban, C.A. 1962. *Studies on the optimum condition for nata de cocoo bacterium or nata formation coconut water*. Philippine Agriculture, Manila
- Anonim. 1998. Program produksi bersih di Indonesia. BAPEDAL. Jakarta
- Bergey's Manual. 1984. *Bergey's manual of systematic bacteriology* volume 1. Williams and Wilking, Baltimor/London.
- Gomez, K.A. dan Gomez, A.A. 1984. *Statistical prosedures for agriculture research*. John Willey and Sons, Inc. 27-100; 214-222.
- Rahayu, E.S., Retno, I., Tyas, U., Enis, H. dan Nur, C. 1993. *Bahan pangan hasil fermentasi*. PAU pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.