

## BIOEMIDIASI LIMBAH CAIR TAHU MENJADI NATA DE SOYA SEBAGAI PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA TERAPAN KELAS XI DI SMK NEGERI 1 JOMBANG

Bioremediation of waste Liquid Know be Nata De Soya as the material development of Materials Science Applied Class XI in SMK Negeri 1 Jombang

Santoso<sup>1</sup>, Mohamad Amin<sup>1</sup>, Endang Suarsini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Biologi, Pascasarjana Universitas Negeri Malang-Jln.Semarang No. 5 Malang

<sup>2</sup>SMK Negeri 1 Jombang-Jln. Dr. Sutomo No. 15 Jombang

Email: [santoso.catur@ymail.com](mailto:santoso.catur@ymail.com), 085648525316

**Abstract:** Cellulose is a carbohydrate-shaped fibers that are very abundant in nature and have an important role as raw material for various types of industries. This research used on liquid waste bacteria growth media knows as aA xylum for cellulose synthesis of nata de soya with addition of granulated sugar and molasses as carbon source in a different concentration. Want to know the influence range of carbon sources and concentration of heavy, thick and heavy rough fiber layers of nata de soya as well as carbon sources and concentration of the best produce heavy, thick and heavy rough fiber. Two kinds of carbon sources examined granulated sugar with molasses and carbon sources, each with three concentrations, i.e. 5%, 7.5% and 10%. Observation of heavy, thick and heavy rough fiber produced is carried out on the 14th. Results of the study showed that the higher the concentration of the carbon source both granulated sugar and molasses that is given it will be the greater weight of the heavy, thick and coarse layer of cellulose fibers produced significant weight differences and demonstrate, thick and weighs roughly after fiber held uji Anava. Carbon source of granulated sugar 10% generate heavy, thick, and coarse Cellulose fiber weight of the most high. The research results developed into learning materials in the form of handouts on Applied SCIENCE subjects in class XI CMS. in KD. 3.14: Components description of ecosystems, pollution, and the impact of living beings and KD. 4.14: Do the handling of waste in the environment

**Keywords:** carbon source, nata de soya, handouts

### PENDAHULUAN

Makanan tahu sebagai makanan enak, sehat dan terjangkau sangat dikenal dan digemari oleh peserta didik di SMK Negeri 1 Jombang maupun masyarakat pada umumnya. Sehingga banyak industri besar maupun industri rumah tangga pembuatan tahu banyak ditemukan di kabupaten Jombang, Jawa Timur. Proses pembuatan tahu akan menghasilkan

limbah berupa limbah padat dan limbah cair (*whey*). Limbah padat (ampas tahu) digunakan untuk pakan ternak seperti sapi, kambing, ayam, dan lain-lain maupun diolah menjadi tempe ('tempe embus'), sedangkan limbah cair dari pengolahan tahu belum sama sekali dimanfaatkan. Limbah cair tahu umumnya langsung dibuang ke sungai tanpa melalui pengolahan lebih dulu atau dibuang dengan mengalirkan secara



terbuka di sekitar rumah . Limbah cair tahu sangat berpotensi merusak lingkungan (Darsono, 2007). Bila limbah ini dibuang ke perairan akan menyebabkan gangguan pada ekosistem perairan, mencemari air tanah dan air permukaan juga mengganggu kesehatan masyarakat sekitar (Damayanti, et al., 2004). Agar tidak menimbulkan permasalahan lingkungan limbah cair tahu diperlukan penanganan. Nisa, et al, (2001) telah menggunakan limbah cair tahu sebagai media untuk produksi nata. Penggunaan limbah cair tahu sebagai medium pertumbuhan bakteri merupakan teknik bioremediasi yaitu proses yang menggunakan mikroorganisme atau organisme untuk menghilangkan atau mengurangi racun pencemar. Mikroorganisme yang digunakan adalah bakteri *Acetobacter xylinum* .Pengolahan limbah cair tahu menjadi *nata de soya* dimungkinkan dilakukan karena air tahu masih mengandung bahan organik (protein, lemak, dan karbohidrat) yang bisa digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri nata (Sarwono dan Saragih, 2001). Limbah cair tahu sebagai media pertumbuhan nata yang merupakan adaptasi dari penelitian sejenis tentang nata yang biasanya diproduksi dari air kelapa atau air buah sebagai media fermentasi karena sama-sama mengandung bahan organik. Pada penelitian ini adalah menggunakan teknik bioremediasi pada limbah cair tahu menjadi *nata de soya*.

Sumber karbon bagi pertumbuhan *A.xylinum* yang menghasilkan selulosa dapat berasal dari berbagai sumber (Ross,

1991), umumnya menggunakan gula pasir karena harganya relatif murah. Gula pasir, gula meja, atau gula putih merupakan sukrosa murni, yang merupakan gabungan dua gula lain yang lebih sederhana yaitu fruktosa dan glukosa (Pakpahan, 2012). Sumber karbon yang lain dapat digunakan molase, yaitu hasil samping yang berasal dari pembuatan gula tebu. Molase merupakan cairan kental dan diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula dan tidak dapat dibentuk lagi menjadi sukrosa namun masih mengandung gula dengan kadar tinggi 50-60%, asam amino dan mineral. Molase atau dikenal dengan tetes tebu adalah produk samping industri pengolahan gula yang masih mengandung beberapa bahan yang berguna. Menurut Paturau (1982) dalam Mulyanto (2006), molase mengandung kadar gula sekitar 50% - 60%, sejumlah asam amino, dan mineral.

Penelitian diharapkan diperoleh konsentrasi gula pasir dan molase serta sumber karbon yang tepat dapat menumbuhkan *Acetobacter xylinum* secara optimal yang ditunjukkan dengan menghasilkan kualitas nata dari segi berat, ketebalan, dan berat serat kasar yang optimal.

Hasil penelitian bioremediasi limbah cair tahu menjadi *nata de soya* dikembangkan menjadi bahan ajar berbentuk *handout* IPA Terapan kelas XI SMK bidang keahlian Pariwisata, pada kompetensi dasar (KD) 3.14: Mendiskripsikan komponen ekosistem, pencemaran dan dampaknya bagi makhluk hidup dan kompetensi dasar (KD) 4.14:



Melakukan penanganan limbah yang ada di lingkungan.

Dengan praktikum bioremediasi limbah cair tahu menjadi *nata de soya* diharapkan proses pembelajaran materi komponen ekosistem, pencemaran dan dampaknya bagi makhluk hidup dengan melakukan penanganan limbah yang ada di lingkungan dapat mencakup ranah sikap, pengetahuan serta keterampilan. Menurut Permendikbud RI Nomor 65 tahun 2013, untuk mendorong kemampuan peserta didik untuk menghasilkan karya kontekstual, baik individual maupun kelompok maka sangat disarankan menggunakan pendekatan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (project based learning). Peserta didik yang memiliki pengetahuan dan keterampilan pembuatan *nata de soya* dapat menjadi bekal hidup berwirausaha di masyarakat kelak kemudian hari.

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian bersifat eksperimen dan pengembangan bahan ajar. Penelitian eksperimen akan menguji pengaruh macam dan konsentrasi sumber karbon gula pasir maupun molase terhadap kualitas *nata de soya* dari segi berat, tebal dan berat serat kasar. Untuk penelitian pengembangan adalah mengembangkan bahan ajar IPA Terapan kelas XI SMK berbasis penelitian .

##### **1. Pengambilan limbah cair tahu**

Limbah cair tahu diambil dari industri rumah tangga tahu milik bapak Iksan yang berlokasi di desa Bandung, kecamatan Diwek, kabupaten Jombang Jawa Timur.

##### **2. Pengambilan molase**

Molase diambil dari Pabrik Gula Cukir Jombang sebanyak 1,5 liter dan ditempatkan dalam botol bekas wadah air mineral.

##### **3. Langkah bioremediasi limbah cair tahu oleh bakteri *Acetobacter xylinum***

Limbah cair tahu 2 liter yang sudah ditambah 2 x 0,25 gram yeast dan 2 x 5 gram amonium sulfat (ZA) per liter direbus sampai mendidih ditambahkan sumber karbon gula pasir 10% dan asam cuka secukupnya untuk menjaga pH 3-4 terus dimasukkan loyang plastik (per loyang 0,5 liter). Proses yang sama dilakukan dengan penambahan sumber karbon gula pasir 7,5%, 5% maupun sumber karbon molase 10%, 7,5%, dan 5%. Campuran tersebut kemudian dibiarkan menjadi dingin, kemudian kultur air *Acetobacter xylinum* 1/10 larutan kemudian dimasukkan. Loyang plastik ditutup dengan kertas sampul coklat dan diikat dengan karet gelang. Pemeraman dilakukan selama 14 hari pada suhu kamar. Setelah 14 hari lapisan nata yang terbentuk dipermukaan media dikeluarkan dari loyang. Setelah itu dilakukan penimbangan berat basah, pengukuran tebal lapisan nata, dan diambil sampel untuk diukur berat kering serta berat serat kasarnya

##### **4. Analisa Data**

Data berat, tebal dan berat serat kasar lapisan yang dihasilkan dirata-rata. Bila ada perbedaan akan dilakukan analisis faktorial anova untuk mengetahui apakah perbedaan itu nyata atau tidak, bila perbedaannya nyata dilanjutkan dengan uji Tukey untuk mengetahui letak beda nyatanya.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas *nata de soya* yang terbentuk dari aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain pH, suhu, kandungan oksigen

dan macam serta konsentrasi sumber karbon yang digunakan. Macam dan konsentrasi sumber karbon adalah akan mempengaruhi bakteri tersebut mensintesa selulosa.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Berat Lapisan *Nata de soya*

PERLAKUAN		Berat Lapisan <i>Nata de soya</i> (gr) Pada Ulangan				$\Sigma$	Rerata
Macam Sumber Karbon	Konsentrasi Sumber Karbon	1	2	3	4		
Gula pasir	5%	5,45	6,18	5,36	5,51	22,49	5,62
	7.5%	14,48	10,80	12,41	13,50	51,18	12,80
	10%	23,41	20,05	22,96	19,55	85,96	21,49
Molase	5%	2,58	2,57	2,96	2,09	10,20	2,55
	7.5%	4,85	4,28	5,63	5,83	20,58	5,14
	10%	10,09	9,93	10,02	10,34	40,38	10,09

Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula pasir semakin berat

*nata*, begitu juga semakin tinggi konsentrasi molase semakin meningkat beratnya.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Tebal Lapisan *Nata de soya*

PERLAKUAN		Tebal Lapisan <i>Nata DeSoya</i> (mm) Pada Ulangan				$\Sigma$	Rerata
Macam Sumber Karbon	Konsentrasi Sumber Karbon	1	2	3	4		
Gula pasir	5%	2,3	2,5	2,5	3,0	10,25	2,6
	7.5%	5,0	3,3	5,0	4,5	17,75	4,4
	10%	5,5	5,5	4,5	5,5	21	5,3
Molase	5%	3	2	2	2	9	2,3
	7.5%	2,5	2,5	3	2,5	10,5	2,6
	10%	4,5	4,5	4,1	4,5	17,6	4,4

Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula pasir semakin tebal

*nata*, begitu juga semakin tinggi konsentrasi molase semakin meningkat ketebalannya.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Berat Serat Kasar Lapisan *Nata de soya*

PERLAKUAN		Berat Serat Kasar <i>Nata de soya</i> (gr) Pada Ulangan				$\Sigma$	Rerata
Macam Sumber Karbon	Konsentrasi Sumber Karbon	1	2	3	4		
Gula pasir	5%	1,50	1,78	1,31	2,06	6,65	1,66
	7.5%	5,24	3,74	4,49	4,68	18,15	4,54
	10%	5,24	4,86	5,24	4,30	19,64	4,91
Molase	5%	0,94	0,84	1,68	0,94	4,40	1,1
	7.5%	2,06	1,68	2,81	2,34	8,89	2,22
	10%	3,55	3,93	3,93	3,55	14,96	3,74



Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula pasir semakin meningkat berat serat kasar nata, begitu juga semakin tinggi konsentrasi molase semakin meningkat berat serat kasarnya. Hal ini disebabkan *nata de soya* dengan penambahan gula pasir dan molase memiliki kepadatan yang berbeda. *Nata de soya* dengan penambahan gula pasir memiliki tektur yang kenyal, padat, dan kompak sehingga memiliki berat, tebal dan berat serat kasar yang lebih tinggi. *Nata de soya* dengan penambahan molase memiliki tektur yang kurang kenyal, padat, dan kompak sehingga memiliki berat, tebal dan berat serat kasar yang lebih rendah daripada *nata de soya* yang ditambah dengan gula pasir. Hasil penelitian ini didukung dengan hasil uji lanjut yang menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan sumber karbon gula pasir konsentrasi 10% memberikan pengaruh paling tinggi terhadap rerata berat, tebal dan lapisan nata yang terbuat dari limbah cair tahu dan berbeda nyata dengan perlakuan penambahan molase.

Berdasarkan hasil uji statistik faktorial anova terhadap interaksi perlakuan faktor macam dan konsentrasi sumber karbon berdasarkan berat kering lapisan *nata de soya* menghasilkan nilai F hitung (28,98) dan lebih besar dari nilai F tabel (3,56) atau nilai signifikansi (0,00) lebih kecil dari alpha 5% (0,05), sehingga dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar interaksi perlakuan faktor macam dan konsentrasi sumber karbon tersebut. Berdasarkan tebal lapisan *nata de soya* menghasilkan nilai F hitung (5,01) dan lebih besar dari nilai F

tabel (3,56) atau nilai signifikansi (0,02) lebih kecil dari alpha 5% (0,05), sehingga dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar interaksi perlakuan faktor macam dan konsentrasi sumber karbon tersebut. Berdasarkan pengujian lanjutan, diketahui bahwa *nata de soya* pada sumber karbon gula pasir konsentrasi 10% mempunyai tebal lapisan terbesar, dan *nata de soya* pada sumber karbon molase konsentrasi 5,0% mempunyai tebal lapisan terkecil. Berdasarkan berat serat kasar lapisan *nata de soya* menghasilkan nilai F hitung (8,5) dan lebih besar dari nilai F tabel (3,56) atau nilai signifikansi (0,01) lebih kecil dari alpha 5% (0,05), sehingga dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar interaksi perlakuan faktor macam dan konsentrasi sumber karbon tersebut.

Hasil penelitian ini dengan interaksi perlakuan antara macam dan konsentrasi sumber karbon menunjukkan adanya perbedaan pada kualitas nata yang terbuat dari limbah cair tahu berdasarkan berat serat kasar lapisan nata yang terbentuk. Hal ini menunjukkan perlakuan macam sumber karbon yang ditambahkan yaitu gula pasir dan molase serta konsentrasi sumber karbon berpengaruh signifikan terhadap berat serat kasar lapisan nata yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula pasir dan molase yang ditambahkan pada proses pembuatan *nata de soya*, semakin tinggi berat serat nata yang dihasilkan. Pembuatan *nata de soya* dengan penambahan sumber karbon gula pasir konsentrasi 10% paling tinggi berat serat kasarnya.



Hasil ini sama dengan penelitian Sulisty et al.(2010) yang memvariasikan gula pasir dan molase sebagai sumber karbon. Hasil yang mereka dapatkan adalah variasi konsentrasi molase dan gula akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat lapisan selulosa yang dihasilkan. Namun berbeda, menurut Sulisty et al.(2010) hasil berat nata dengan menggunakan molase 10% hampir sama dengan menggunakan gula 10%, sedangkan pada penelitian ini sangat berbeda nyata.

Hasil validasi ahli mikrobiologi ahli mikrobiologi yaitu sebesar 95,9% dan oleh ahli bahan ajar sebesar 91.7% termasuk dalam kualifikasi sangat baik sehingga tidak perlu dilakukan revisi secara mendasar, tetapi tetap dilakukan perbaikan/ revisi sesuai dengan komentar serta saran yang diberikan oleh validator. Keunggulan dari *handout* ini adalah praktis, berisi prosedur bioremediasi limbah cair tahu yang sudah dilakukan pengujian melalui penelitian, sehingga harapannya peserta didik dapat mempunyai keterampilan melakukan bioremediasi limbah cair tahu menjadi nata de soya. Dengan keterbatasan praktikum di sekolah belum dapat mengatasi adanya limbah cair tahu yang ada di lingkungan, untuk itu berharap melalui pembelajaran praktikum ini peserta didik termotivasi di masa yang akan dapat mengembangkan menjadi usaha yang lebih besar, sehingga permasalahan limbah cair tahu dapat teratasi.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **SIMPULAN**

1. Perbedaan macam dan konsentrasi sumber karbon gula pasir dan molase dalam bioremediasi limbah cair tahu menjadi *nata de soya* mempengaruhi berat, tebal dan berat serat kasar nata de soya. Semakin tinggi konsentrasi gula pasir maka semakin tinggi berat, tebal dan berat serat kasar nata de soya yang dihasilkan.
2. Sumber karbon gula pasir pada konsentrasi 10% dalam bioremediasi limbah cair tahu menjadi *nata de soya* menghasilkan berat, tebal dan berat serat kasar lapisan *nata de soya* paling tinggi

### **SARAN**

1. Bagi guru pengajar IPA kelas XI SMK materi penanganan limbah yang ada di lingkungan perlu menerapkan *handout* hasil penelitian ini pada kegiatan pembelajaran pembuatan *nata de soya* di sekolah, karena dapat memberikan contoh dan melatih keterampilan peserta didik dalam menangani limbah.
2. Bagi peserta didik perlu mengembangkan keterampilan menangani limbah cair tahu dengan teknik bioremediasi menjadi *nata de soya* kelak setelah berada di tengah-tengah masyarakat menjadi usaha yang lebih besar sehingga permasalahan limbah cair tahu dapat teratasi.
3. Bagi masyarakat hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk usaha mengatasi limbah khususnya limbah cair tahu agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan



dan dapat meningkatkan pemberdayaan potensi serta pendapatan di masyarakat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- BPPT, 1997b, *Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biogilter Anaerob dan aerob, Laporan Kegiatan*, <http://www.enviro.bpp.t.go.id/-Kel-1> (tgl.23 Agustus 2013)
- Dumbrepatil A, M. Adsul, Chaudhari, J.Khire, & Gokhale, 2008, Utilization of Molasses Sugar for Lactic Acid Production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Delbrueckii* Mutant Uc-3 in Batch Fermentation, *Applied and Environmental Microbiology* Vol.74, No.1 p.333-335
- Hastuti, S.U. 2007. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi untuk Program S2 Pendidikan Biologi* PPS-UM. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Lapuz, M., Gallardo, E.G., dan Palo, M.A., 1967. *The Nata Organism Cultural Requirements, Characteristic, and Identity*. *Philippines Journal Sci.*, 96: 91–100
- Nisa, F.C., R.H. Hani., T. Wastono., B. Baskoro dan Moestijanto. 2001. Produksi Nata Dari Limbah Cair Tahu (Whey): Kajian Penambahan Sukrosa Dan Ekstrak Kecambah. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2: 74 – 78.
- Pambayun, R., L.Widodo, Parwiyanti, dan N. Malahayati. 1997." *Perbaikan Proses Pengolahan Nata de Coco*" dalam: Laporan Vucer Ditbinlitabmas LPM UNSRI. Palembang.

