

PRODUKSI SELULOSA MENGGUNAKAN KULTUR KOMBUCHA DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU (KAJIAN PENAMBAHAN SUKROSA DAN AMONIUM SULFAT SERTA ANALISIS BIAYA PRODUKSINYA)

Cellulose Production Using Kombucha Culture From Wastewater of Tofu Industry (The Analysis Study on Sucrose and Ammonium Sulphate Additions and Its Production Cost)

Irnia Nurika*, Nur Hidayat, dan Yaumadina Anggraeni

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145.telp/fax 0341 564398.

*Penulis korespondensi: E-mail: niaprayogo@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this research was to assess the influence of sucrose and ammonium sulphate additions to the waste water of tofu industry as a substrate for Kombucha culture on the produced cellulose sheet (pellicle) and to analyze its production cost. The experiment was run in triplicates employing the Completely randomized block design. Three respective levels of sucrose (8%, 10% and 12%) and ammonium sulphate (0.3%, 0.4% and 0.5%) were added. The parameters observed were the yield, moisture and crude fiber contents, and the production cost was then determined based on the most promising process.

It was shown that the sucrose and ammonium sulphate additions significantly affected the yield, moisture and crude fiber contents, as well as the thickness of the pellicle produced. The best treatment was obtained by the addition of 10% (b/v) sucrose and 0.4% (b/v) ammonium sulphate which resulted in the yield of 6.89% with the following characteristics: the thickness of 2.70 mm, and the respective moisture and crude fiber contents of 82.21% and 4.62%. The production cost to achieve the break even point was Rp. 244,174.63 a pack of 7 kg. To get a profit level of 10%, the selling price of the product should be Rp. 299,500.00/pack.

Key word : cellulose sheet, Kombucha, waste water

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan biopolimer utama di bumi yang biasanya didapatkan dari tanaman dengan pengolahan yang memerlukan energi yang besar dan bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber penghasil selulosa yang aman bagi lingkungan. Alternatif tersebut adalah selulosa mikroba. Selulosa mikroba telah banyak dimanfaatkan pada bidang industri, obat-obatan, dan pangan. Pada bidang pangan, selulosa mikroba dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku *dietary fiber* karena kandungan seratnya yang tinggi. Pada umumnya bahan baku yang digunakan untuk produk *dietary fiber* adalah *Plantago ovata* yang hanya tumbuh di India, sehingga harus dilakukan impor untuk mendapatkan

bahan baku tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan alternatif bahan baku dietary fiber dengan harga yang relatif terjangkau dan bahan baku yang mudah didapatkan yaitu selulosa mikroba atau sering disebut dengan pelikel.

Salah satu genus bakteri yang dapat menghasilkan pelikel adalah *Acetobacter* yang ditumbuhkan pada medium yang mengandung karbon dan nitrogen. Kultur campuran antara bakteri *Acetobacter* dan khamir dinamakan kultur *Kombucha*. Alternatif medium yang dapat digunakan untuk menghasilkan pelikel adalah limbah cair industri tahu. Hal ini didasarkan pada banyaknya jumlah limbah cair tahu yang dihasilkan dari proses produksi tahu yaitu sebesar 3000-5000 liter dari satu ton tahu. Limbah tersebut dapat digunakan sebagai medium, karena masih mengandung senyawa

nitrogen dan karbon. Namun kandungan nitrogen dan karbonnya masih sangat terbatas.

Padahal menurut Frank (1996), penambahan sukrosa sebagai sumber karbon yang dibutuhkan medium pada saat fermentasi Kombucha adalah sekitar 7-15 % (b/v). Oleh karena itu diperlukan penambahan sumber karbon yaitu sukrosa, karena kandungan sumber karbon pada limbah cair tahu yang hanya 0,0037 % - 1,4000 % belum mencukupi untuk pertumbuhan kultur Kombucha. Dan Pambayun (2002) menyatakan bahwa amonium sulfat yang digunakan untuk pembuatan pelikel yang terbaik adalah sebesar 0,5 % (b/v). Amonium sulfat sebagai sumber nitrogen dalam jumlah tertentu pada medium fermentasi Kombucha berfungsi untuk menambahkan senyawa nitrogen pada limbah cair tahu yang hanya sekitar 0,0226 % - 1,3600 %.

Berdasarkan hal tersebut, maka limbah cair industri tahu dapat dimanfaatkan sebagai medium pertumbuhan kultur Kombucha dalam menghasilkan pelikel dengan perlakuan penambahan sumber karbon (sukrosa) dan sumber nitrogen (amonium sulfat) dalam jumlah tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sukrosa dan amonium sulfat terhadap produksi lembaran pelikel hasil press yang dihasilkan serta analisis biaya produksinya. Hipotesis penelitian adalah diduga penambahan sukrosa dan amonium sulfat dalam medium limbah cair industri tahu berpengaruh positif terhadap kualitas lembaran pelikel hasil press yang dihasilkan oleh kultur Kombucha.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu (*whey*) yang diperoleh dari pabrik tahu STD di Polaman-Lawang, kultur Kombucha, gula pasir lokal, amonium sulfat (teknis), dan NaOH. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisa adalah aquades, H_2SO_4 , NaOH, K_2SO_4 , alkohol, HCl.

Peralatan yang digunakan adalah wadah plastik Polypropylene (PP), kain saring, karet, pengaduk, panci stainless steel, kompor, pisau, timbangan digital, timbangan analitik, gelas ukur, pH meter, alat pengepres. Sedangkan peralatan yang

digunakan untuk analisa adalah timbangan digital, timbangan analitik, *glassware*, penangas air, kertas saring, oven, desikator, pendingin balik, dan jangka sorong

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan dua faktor yaitu : Faktor I adalah penambahan sukrosa (A) dan Faktor II adalah penambahan amonium sulfat (B). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Faktor I : Penambahan sukrosa (A) terdiri dari tiga level, yaitu :

A1 = Sukrosa 8%

A2 = Sukrosa 10%

A3 = Sukrosa 12%

Faktor II : Penambahan amonium sulfat (B) terdiri dari tiga level, yaitu :

B1 = Amonium sulfat 0,3%

B2 = Amonium sulfat 0,4%

B3 = Amonium sulfat 0,5%

Pembuatan lembaran Pelikel Hasil Press dan Peremajaan Starter Kombucha

Tahap awal pembuatan lembaran pelikel hasil press dan peremajaan starter ini adalah mensterilkan peralatan yang digunakan, karena kultur Kombucha hanya bisa hidup pada tempat yang steril. Proses pembuatan lembaran pelikel hasil press dan peremajaan starter Kombucha dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Penyaringan

Limbah cair tahu industri tahu yang digunakan adalah sisa penggumpalan (*whey*) yang masih segar sebanyak 1 liter yang diendapkan kemudian disaring dengan kain saring untuk menghilangkan kotoran dari limbah.

2. Pemanasan

Whey tahu dipanaskan pada suhu $100 \pm 2^\circ C$ selama 15 menit sambil diaduk-aduk. Pemanasan ini bertujuan untuk mematikan mikroorganisme yang berbahaya bagi pelikel.

3. Penambahan nutrisi

Setelah mendidih, api dimatikan dan ditambahkan sukrosa dan amonium sulfat sesuai dengan perlakuan dan diaduk sampai merata.

4. Pendinginan

Larutan didinginkan sampai suhu ruangan ($25 \pm 2^\circ C$), karena kultur Kombucha akan mati pada suhu tinggi. Setelah

- dingin larutan dimasukkan pada wadah fermentasi, ketinggian media antara 5–6 cm.
5. Inokulasi
Tahap inokulasi yaitu dengan memasukkan inokulum (starter Kombucha) yaitu cairan *whey* tahu yang telah difermentasi sebanyak 10% (v/v) dan 5% (b/v) selulosa.
 6. Fermentasi
Wadah ditutup rapat dengan kain yang telah disterilkan. Diusahakan agar udara dapat mengalir dengan bebas, karena fermentasi pada Kombucha dilakukan secara aerob. Setelah itu disimpan pada ruang fermentasi yang bersih dan gelap. Fermentasi dilakukan selama 14 hari.
 7. Pemanenan
Pelikel segar yang dihasilkan diangkat dan diletakkan pada wadah. Sedangkan air sisa fermentasi digunakan kembali sebagai starter kombucha dan dapat diremajakan kembali.
 8. Peremajaan
Proses peremajaan menggunakan air sisa fermentasi sebagai starter Kombucha yang ditumbuhkan pada medium *whey* tahu yang sudah ditambahkan nutrisi. Peremajaan dimulai pada saat terbentuk pelikel, dan penumbuhannya berlangsung sampai terbentuk lapisan pelikel.
 9. Pencucian
Pelikel segar dicuci dengan air yang mengalir agar bersih dari kotoran dan tidak terdapat sisa asam yang menempel pada selulosa.
 10. Perendaman dengan air
Pelikel segar direndam dengan air (2:1) agar terendam seluruh bagian. Tujuannya adalah mengurangi kandungan asam dan gula yang ada pada pelikel segar, mempermudah pembersihan lapisan lendir, dan mencegah tumbuhnya jamur.
 11. Perendaman dengan NaOH 2%
Pelikel segar direndam pada larutan dengan konsentrasi NaOH 2% selama 1 jam. Perendaman dengan bertujuan untuk menghilangkan komponen non selulosa dan sisa bakteri yang ada.
 12. Pengepresan
Setelah dilakukan perendaman, maka pelikel segar ditiriskan terlebih dahulu, kemudian dipress dengan menggunakan alat pres pada tekanan tertentu sehingga tidak lagi keluar air.

13. Pencucian
Lembaran pelikel hasil press dicuci agar bersih dari kotoran akibat proses pengepresan.
14. Pengemasan
Setelah itu lembaran pelikel hasil press ini dapat dikemas dengan menggunakan plastik PP dan di *seal* agar produk mempunyai daya simpan yang lama, dan tidak rusak.

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada produk lembaran pelikel hasil press ini meliputi analisa : kadar air (Sudarmadji, dkk, 1997), rendemen, ketebalan, dan kadar serat kasar (Sudarmadji, dkk, 1997). Pada analisa data, maka data yang diperoleh dilakukan analisa ragam dan uji F terhadap hasil pengamatan kadar air, rendemen, ketebalan, dan kadar serat kasar. Apabila penambahan sukrosa dan amonium sulfat memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan (Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)) dengan taraf 5% untuk mengetahui adanya beda perlakuan yang diberikan. Selanjutnya apabila terdapat interaksi antara kedua faktor maka dilakukan uji jarak berganda Duncan (DMRT) dengan taraf 5%.

Pemilihan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik dilakukan untuk menentukan pilihan terbaik dari sejumlah analisa data terhadap parameter yang dikaji sesuai dengan tujuan penelitian. Pemilihan perlakuan terbaik dengan metode *Multiple Atribut*, dengan Asumsi nilai ideal masing-masing parameter pada produk lembaran pelikel hasil press yaitu : kadar air minimum, ketebalan maksimum, rendemen maksimum, kadar serat kasar minimum. Alternatif terbaik didapatkan dari perlakuan dengan nilai jarak kerapatan minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Rerata kadar air lembaran pelikel hasil press berkisar antara 81,87% sampai 88,52% (Tabel 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sukrosa, penambahan amonium sulfat, dan interaksi kedua faktor perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air lembaran

pelikel hasil press.

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi pada perlakuan penambahan sukrosa 12% dan amonium sulfat 0,3%. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan jumlah kadar air seiring dengan peningkatan jumlah sukrosa yang ditambahkan. Semakin tinggi penambahan sukrosa pada medium, maka akan dapat meningkatkan tekanan osmosis medium, sehingga sel bakteri mengalami plasmolisis yang menyebabkan air dalam sel bakteri keluar. Apabila proses ini terjadi maka bakteri dalam kultur Kombucha tidak dapat mensintesis sukrosa dengan baik, sehingga kadar air pelikel segar meningkat.

Tabel 1. Rerata kadar air lembaran pelikel hasil press pengaruh penambahan sukrosa dan amonium sulfat

Sukrosa (%) : Amonium Sulfat (%)	Rerata Kadar Air (%)	Notasi
8 : 0,3	85,03	c
8 : 0,4	81,87	a
8 : 0,5	82,19	a
10 : 0,3	83,67	b
10 : 0,4	87,21	f
10 : 0,5	86,24	d
12 : 0,3	88,52	g
12 : 0,4	83,71	b
12 : 0,5	86,34	e

Proses pengepresan mempunyai peran yang sangat menentukan jumlah kadar air lembaran pelikel hasil press yang dihasilkan. Sesuai dengan penelitian Okiyama, *et al* (1992) cit Sanchez *and* Yoshida (1998) yang menyebutkan bahwa kandungan lembaran pelikel segar terdiri dari selulosa (0,9%), air (99%), dan lain-lain yaitu protein, asam-asam organik dan gula (0,1%). Sehingga walaupun dilakukan proses pengepresan maka kandungan air masih tersisa dalam lembaran pelikel hasil press, karena kadar air awal pelikel segar sangat tinggi berkisar antara 96,74% sampai 97,39%.

Kadar air lembaran pelikel hasil press terendah pada penambahan amonium sulfat 0,4% dan kadar air tertinggi pada penambahan amonium sulfat 0,3%. Hal ini disebabkan pada penambahan amonium sulfat sebesar 0,3%, lembaran pelikel hasil press mempunyai struktur jaringan selulosa yang

lunak sehingga mengikat air yang ada dalam produk dengan kuat, sehingga kadar air dari lembaran pelikel hasil press meningkat. Sedangkan pada penambahan amonium sulfat sebanyak 0,4% terjadi penurunan kadar air, karena bakteri beraktivitas dengan baik sehingga kadar airnya rendah.

Kadar air tertinggi yaitu pada perlakuan penambahan sukrosa 12% dan amonium sulfat 0,3%. Hal ini disebabkan pada perlakuan ini, pelikel segar yang dihasilkan mempunyai struktur selulosa yang mempunyai pori-pori besar. Kandungan air yang tinggi pada selulosa diduga karena komponen utama selulosa yaitu air. Kandungan air ini terdapat pada selulosa yang berasal dari cairan yang terikat pada saat selulosa terbentuk dalam medium fermentasi (Susanto, dkk, 2000).

Kadar air yang tinggi pada lembaran pelikel hasil press ini disebabkan adanya aktivitas bakteri dalam kultur Kombucha yang terhambat akibat jumlah sumber karbon yang terlalu tinggi, sehingga sumber karbon tidak dapat dimanfaatkan oleh bakteri. Kadar air terendah terdapat pada perlakuan penambahan sukrosa 8% dan amonium sulfat 0,4%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut menghasilkan produk yang lebih baik dari pada perlakuan yang lain, karena produk yang diharapkan adalah produk dengan kadar air yang minimum.

Rendemen

Pada data hasil penelitian didapatkan rerata jumlah rendemen lembaran pelikel hasil press berkisar antara 5,53% (b/v) sampai 7,02% (b/v) (Tabel 2). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan sukrosa dan penambahan amonium sulfat memberikan pengaruh nyata terhadap rendemen lembaran pelikel hasil press. Namun tidak terjadi pada interaksi kedua faktor perlakuan.

Tabel 2. Rerata rendemen lembaran pelikel hasil press pengaruh penambahan sukrosa

Sukrosa (%)	Rerata Rendemen (%) (b/v))	Notasi
8	5,75	a
10	6,35	ab
12	6,64	b

BNT (5%) = 0,7898

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan sumber karbon dalam medium dapat meningkatkan rendemen lembaran pelikel hasil press, karena bakteri dalam kultur Kombucha yang dapat menghasilkan pelikel dapat beraktivitas dengan baik. Menurut Frank (1996), sumber karbon digunakan sebagai nutrisi yang harus diserap oleh kultur Kombucha untuk pertumbuhan selama metabolisme dan sebagai energi. Jumlah sukrosa yang dibutuhkan pada saat fermentasi kombucha adalah sebanyak 7-15%. Pambayun (2002) menyatakan bahwa sukrosa sebagai sumber karbon merupakan bahan induser yang berperan dalam pembentukan enzim ekstraseluler isomerase yang bekerja menyusun selulosa, sehingga pembentukan pelikel dapat berjalan dengan baik.

Pada perlakuan penambahan sumber nitrogen yaitu amonium sulfat diperoleh rerata rendemen lembaran pelikel hasil press terendah didapatkan pada perlakuan penambahan amonium sulfat 0,5% yaitu 5,65% (b/v) dan rerata rendemen lembaran pelikel hasil press tertinggi pada amonium sulfat 0,4% yaitu 6,71% (b/v) (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata rendemen lembaran pelikel hasil press pengaruh penambahan amonium sulfat

Amonium sulfat (%)	Rerata Rendemen (%) (b/v)	Notasi
0,3	6,37	ab
0,4	6,71	b
0,5	5,65	a

BNT (5%) = 0,7898

Pada perlakuan penambahan amonium sulfat, dapat diketahui bahwa peningkatan jumlah rendemen pada penambahan amonium sulfat 0,4% dan mengalami penurunan pada penambahan amonium sulfat 0,5%. Hal ini disebabkan pada perlakuan penambahan amonium sulfat 0,5%, nitrogen dalam medium terlalu tinggi sehingga terjadi kelebihan nitrogen, akibatnya aktivitas bakteri dalam kultur Kombucha terhambat. Menurut Pambayun (2002), amonium sulfat dapat digunakan sebagai sumber nitrogen dalam pembuatan selulosa. Jumlah nitrogen yang berlebihan dapat mengganggu

aktivitas bakteri dalam kultur Kombucha dalam menghasilkan pelikel segar. Menurut Judoamidjojo dkk (1992), penambahan amonium sulfat yang terlalu tinggi dapat menyebabkan peningkatan nilai osmositas medium fermentasi sehingga terjadi plasmolisis pada bakteri yang mengakibatkan proses pembentukan selulosa terhambat.

Ketebalan

Rerata ketebalan lembaran pelikel hasil press berkisar antara 1,47 mm sampai 2,77 mm (Tabel 4). Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sukrosa, penambahan amonium sulfat, dan interaksi kedua faktor penambahan sukrosa dan amonium sulfat memberikan berpengaruh nyata pada ketebalan lembaran pelikel hasil press.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa penambahan sukrosa 10% dan amonium sulfat 0,5% menghasilkan ketebalan hasil press yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah sukrosa dan amonium sulfat sesuai dengan kebutuhan bakteri dalam kultur Kombucha untuk menghasilkan pelikel segar. Hal ini sesuai dengan penelitian Nisa dkk (2001) yang menyatakan bahwa penambahan sukrosa dan amonium sulfat yang sesuai dapat meningkatkan rendemen dan ketebalan pelikel, tetapi dalam jumlah yang terlalu banyak akan menghambat pembentukan pelikel.

Ketebalan lembaran pelikel hasil press mengalami peningkatan pada penambahan sukrosa 10% dan mengalami penurunan pada penambahan sukrosa 12%, kecenderungan peningkatan dan penurunan ketebalan diiringi dengan peningkatan dan penurunan rendemen pelikel hasil press. Peningkatan ketebalan lembaran hasil press karena ketebalan awal yaitu ketebalan pelikel segar. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan semakin menipisnya lapisan pelikel yang terbentuk, ikatan selulosa dengan pori-pori yang longgar, sehingga air dengan mudah dapat masuk kedalam jaringan pada saat pembentukan pelikel.

Tabel 4. Rerata ketebalan lembaran pelikel hasil press pengaruh penambahan sukrosa dan amonium sulfat

Sukrosa (%) : Amonium Sulfat (%)	Rerata Ketebalan (mm)	Notasi
8 : 0,3	1,47	a
8 : 0,4	2,60	def
8 : 0,5	2,30	c
10 : 0,3	2,33	cd
10 : 0,4	2,70	ef
10 : 0,5	2,77	f
12 : 0,3	2,00	b
12 : 0,4	1,70	a
12 : 0,5	2,47	cde

Semakin tebal lembaran pelikel hasil press yang dihasilkan, maka semakin banyak kandungan kimia dari produk, misalnya kadar air, kadar selulosa, kadar serat, dan senyawa lain dalam produk. Menurut Okiyama, *et al* (1992) cit Sanchez *and* Yoshida (1998), kandungan kimia dari pelikel segar antara lain sebagian besar terdiri dari selulosa (0,9%), air (99,0%) dan lain-lain yaitu protein, asam-asam organik dan gula (0,1%).

Ketebalan lembaran pelikel hasil press tertinggi pada perlakuan penambahan sukrosa 10% dan amonium sulfat 0,5%. Sedangkan ketebalan terendah pada perlakuan penambahan sukrosa 8% dan amonium sulfat 0,3%. Ketebalan lembaran pelikel hasil press ini karena adanya kadar air, kadar serat, dan kadar selulosa yang tinggi pada produk, selain itu ketebalan awal yaitu ketebalan pelikel segar juga sangat mempengaruhi ketebalan lembaran pelikel hasil press. Oleh karena itu dengan ketebalan awal yang sama, hasil lembaran pelikel hasil press yang dihasilkan belum tentu sama, walaupun tekanan yang diberikan pada saat proses pengepresan sama.

Menurut Lapuz *et al* (1967) cit Nisa dkk (2002), penambahan sumber karbon dan nitrogen ke dalam medium fermentasi tidak hanya mencukupi kebutuhan energi yang diperlukan oleh bakteri, akan tetapi juga merangsang pembentukan selulosa yang lebih tebal, sehingga menghasilkan ketebalan yang tinggi.

Kadar Serat Kasar

Dari hasil penelitian, didapatkan nilai rerata kadar serat kasar lembaran pelikel hasil press pada pengaruh perlakuan penambahan sukrosa dan amonium sulfat berkisar antara 3,25 % sampai 5,50% (Tabel 5). Berdasarkan hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sukrosa tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar serat kasar, sedangkan penambahan amonium sulfat serta interaksi antara kedua perlakuan memberikan pengaruh nyata.

Nilai kadar serat kasar lembaran pelikel hasil press ini lebih tinggi daripada kadar serat dari nata de Kombucha (Lestari, 2002) yaitu sebesar 2,348%. Hal ini disebabkan penambahan sukrosa sebesar 8% sampai 12% merupakan penambahan sukrosa yang sesuai, sehingga bakteri dalam kultur Kombucha dapat tumbuh dengan baik dan mampu mengubah sebagian molekul glukosa menjadi selulosa.

Tabel 5. Rerata kadar serat kasar lembaran pelikel hasil press pengaruh penambahan sukrosa dan amonium sulfat

Sukrosa (%) : Amonium Sulfat (%)	Rerata Kadar Serat Kasar (%)	Notasi
8 : 0,3	3,25	a
8 : 0,4	4,81	de
8 : 0,5	5,50	gh
10 : 0,3	4,00	b
10 : 0,4	4,62	cd
10 : 0,5	5,18	efg
12 : 0,3	4,30	bc
12 : 0,4	4,99	cd
12 : 0,5	5,26	fgh

Perlakuan penambahan amonium sulfat 0,5% menghasilkan jumlah pelikel yang paling tinggi karena jumlah kadar serat kasar yang dihasilkan paling banyak. Sedangkan pada perlakuan penambahan amonium sulfat 0,3%, ikatan nitrogen dengan prekursor polisakarida dalam jumlah yang kurang, sehingga dapat menghasilkan jaringan lebih longgar sehingga tekstur selulosa menjadi lebih lembut dan banyak air yang masuk dalam jaringan selulosa. Hal inilah yang menyebabkan kandungan kadar serat lembaran pelikel hasil press semakin rendah, karena pada saat proses pengepresan, maka air yang terkandung

dalam pelikel segar akan tertekan sehingga dengan mudah keluar dari jaringan.

Kecenderungan kadar serat kasar yang meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penambahan amonium sulfat, diduga disebabkan oleh jumlah karbon dan nitrogen yang dibutuhkan bakteri telah mencukupi, sehingga dapat menghasilkan pelikel segar yang lebih baik daripada perlakuan lainnya. Hal inilah yang menyebabkan kadar serat kasar yang tinggi pada lembaran pelikel hasil press. Billmeyer (1994) menyatakan bahwa kandungan serat dan sifat-sifat serat dalam mengikat dan menangkap air sangat mempengaruhi rendemen lembaran pelikel hasil press.

Kadar serat tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan sukrosa 8% dan amonium sulfat 0,5%. Hal ini disebabkan pada perlakuan tersebut jumlah penambahan sumber karbon yang dibutuhkan adalah jumlah penambahan sukrosa yang paling sedikit yaitu 8%, sedangkan jumlah penambahan amonium sulfat yang dibutuhkan adalah perlakuan penambahan amonium sulfat tertinggi yaitu 0,5%. Pada kombinasi kedua perlakuan tersebut dapat menghasilkan kadar serat kasar yang sesuai dengan harapan yaitu produk dengan kadar serat kasar tertinggi.

Pemilihan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik dilakukan dengan menggunakan metode Multiple Atribut berdasarkan analisa kadar air, rendemen, ketebalan, kadar serat kasar pada lembaran pelikel hasil press. Perhitungan pemilihan perlakuan terbaik pada Lampiran 1.

Berdasarkan perhitungan pemilihan alternatif terbaik dengan metode *Multiple Atribut* (Lampiran 1), perlakuan terbaik pada lembaran pelikel hasil press adalah pada perlakuan penambahan sukrosa 10% dan penambahan amonium sulfat 0,4% (A_2B_2) dengan kadar air sebesar 87,21%, rendemen 6,89%, ketebalan 2,70 mm, dan kadar serat kasar sebesar 4,61%.

Berdasarkan perbandingan dengan bahan baku *dietary fiber*, diperoleh perlakuan terbaik yang didapatkan belum sesuai dengan standar produk yang saat ini berada di pasaran. Hal ini dikarenakan kadar serat yang terdapat pada lembaran pelikel hasil press adalah serat kasar sebesar 4,62% atau 3,19 gram dari 69 gram lembaran

pelikel hasil press. Sedangkan pada produk *dietary fiber* yang berada di pasaran, bahan baku yang digunakan adalah *Plantago ovata* yang hanya dapat tumbuh di India, memiliki kandungan serat makanan sebesar 37,5% atau 3 gram dari 8 gram produk. Oleh karena itu, untuk memperoleh kadar serat seperti *Plantago ovata*, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang proses pengeringan lembaran pelikel hasil press yang selanjutnya dapat diolah lagi menjadi produk bubuk kering untuk mendapatkan kadar serat yang sama dengan *Plantago ovata*. Sehingga pada penelitian ini hanya dilakukan pembuatan produk lembaran pelikel hasil press yang dibentuk siap olah sebagai alternatif bahan baku *dietary fiber*.

Analisis Biaya Produksi

Perhitungan biaya produksi hanya dilakukan berdasarkan perlakuan terbaik lembaran pelikel hasil press yaitu pada penambahan sukrosa sebanyak 10% dan amonium sulfat sebanyak 0,4% (A_2B_2). Analisis biaya produksi didasarkan pada pabrik berskala industri rumah tangga dengan jumlah tenaga kerja 4 orang.

Industri akan didirikan di daerah Kabupaten Malang, karena lokasi dekat dengan bahan baku. Produksi direncanakan 300 hari dalam satu tahun yaitu 25 hari kerja per bulan. Perusahaan beroperasi dengan kapasitas produksi yang dihasilkan berdasarkan pendekatan ketersediaan bahan baku limbah cair industri tahu yaitu sebesar 110 Liter limbah cair industri tahu per hari untuk diolah menjadi lembaran pelikel hasil press dan 17 Liter limbah cair industri tahu untuk peremajaan starter Kombucha. Kapasitas per hari sebesar 7 kg per hari atau 2100 kg per tahun dengan bahan baku tersedia sepanjang tahun (Lampiran 1).

Perhitungan HPP sebesar Rp. 244.174,63 didasarkan pada kondisi produk sebagai bahan baku dalam produk *dietary fiber* yang masih memerlukan pengolahan lebih lanjut. Harga jual produk lembaran pelikel hasil press dengan keuntungan 10% sebesar Rp. 299.500,00.

KESIMPULAN

Perlakuan penambahan sukrosa dan amonium sulfat memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, rendemen, ketebalan,

dan kadar serat kasar lembaran pelikel hasil press. Perlakuan terbaik diperoleh pada produk lembaran pelikel hasil press dengan penambahan sukrosa 10% dan amonium sulfat 0,4%. Produk tersebut memiliki rendemen sebesar 6,89%, ketebalan 2,70 mm, kadar air sebesar 82,21%, dan kadar serat kasar sebesar 4,62%.

Perhitungan biaya produksi diperoleh harga pokok produksi (HPP) produk lembaran pelikel hasil press per kemasan @ 7 kg yaitu Rp. 244.174,63. Harga jual produk dengan keuntungan 10% sebesar Rp. 299.500,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Billmeyer, F. W. 1984. *Textbook of Polymer Science*. John Wiley and Sons, Inc. New York
- Frank, G. W. 1996. *Kombucha Healthy Beverage and Natural Remedy From The Far East*. (translated into English by Miss Althea Tyndale). Ennsthaler, A-4402 Steyr.
- Judoamidjojo, M, A. A. Darwis, dan E. G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Press. Jakarta.
- Lestari, I. F. 2002. *Pembuatan Teh Kombucha dan Nata de Kombucha (Kajian Jenis dan Konsentrasi Gula Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik)*. Skripsi. Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nisa, F. C, Hani R. H., Tri W., Baskoro, dan Moestijanto. 2002. *Penurunan Tingkat Pencemaran Limbah Cair (Whey) Tahu Pada Produksi Nata de Soya (Kajian Waktu Inkubasi)*. *Jurnal Teknologi Pertanian* 3(2): 85-93.
- Pambayun, R. 2002. *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sanchez, P. C., and T. Yoshida. 1998. *Microbial Cellulose Production And Utilization*. *Proceedings of International Conference On Asian Network On Microbial Research*. Gadjah Mada University. Yogyakarta. Hal : 115-130.
- Susanto, T., Rangga, K., Yuniarta. 2000. *Pembuatan Nata de Pina dari Kulit Nanas Kajian dari Sumber Karbon dan Pengenceran Medium Fermentasi*. *Jurnal Teknologi Pertanian* 1(2): 58-6