

Pengolahan limbah kulit buah buahan menjadi selulosa oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2

The treatment of fruit-rind waste into cellulose by *Acetobacter* sp. RMG-2 bacteria

RUTH MELLIAWATI^{1,*}, NURYATI¹, LULUK MAGFIROH²

¹Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Raya Bogor km. 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8754587/8754588, *email: ruthmell2000@yahoo.com

² Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta

Manuskrip diterima: 1 Desember 2014. Revisi disetujui: 30 Januari 2015.

Abstrak. Melliawati R, Nuryati, Magfiroh L. 2015. Pengolahan limbah kulit buah buahan menjadi selulosa oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 300-305*. Limbah kulit buah buahan merupakan media yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Tujuan penelitian ini adalah mencari bahan baku alternatif untuk membuat selulosa (nata) melalui seleksi terhadap 5 macam ekstrak kulit buah buahan. Ekstrak kulit buah sawo (*Achrhas zapota* L.), apel (*Malus sylvestris* L.), srikaya (*Annona squamosa* L.), manggis (*Garcinia mangostana* L.), dan pir (*Pyrus bretschneider*) digunakan sebagai medium fermentasi. *Acetobacter* sp. RMG-2 digunakan sebagai inokulum untuk menghasilkan selulosa. Beberapa komposisi ekstrak kulit buah dan air kelapa dikombinasikan untuk mendapatkan selulosa terbaik. Pada media ekstrak kulit buah sawo 100% (GAA-SW1) menghasilkan selulosa sebesar 24,1 g berat basah (1,6 g berat kering) dengan tebal selulosa rata rata 1,2 cm. Sementara menggunakan ekstrak kulit buah Pir (100%) dapat menghasilkan selulosa dengan tebal 1,3 cm dan berat basah 42,4 g (1,95 g berat kering), sedang menggunakan ekstrak kulit buah apel (100%) selulosa yang terbentuk relatif tipis (0,2 cm), 2,5 g berat basah (0,2 g berat kering), Komposisi ekstrak kulit buah apel: air kelapa (25%: 75%) memberikan hasil lebih baik dengan tebal selulosa 1,7 cm, Ekstrak kulit buah srikaya dan manggis tidak dapat digunakan sebagai media fermentasi oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 dalam menghasilkan selulosa. Kedua kulit buah ini kemungkinan mengandung senyawa antibakteri yang tinggi, sehingga bakteri tidak mampu tumbuh dan menghasilkan selulosa. Ekstrak kulit buah Pir dan Sawo dapat dipakai sebagai bahan baku alternatif untuk membuat selulosa.

Kata kunci: Ekstrak kulit buah buahan, *Acetobacter* sp. RMG-2, selulosa

Abstract. Melliawati R, Nuryati, Magfiroh L. 2015. The treatment of fruit-rind waste into cellulose by *Acetobacter* sp. RMG-2 bacteria. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 300-305*. Waste of fruit rind is a good media for growth of microorganisms. The purpose of this research is to obtain alternative raw materials for cellulose (nata) production by examining the rind of five different fruits, namely sapota (*Achrhas zapota* L.), apples (*Malus sylvestris* L.), sugar-apple (*Annona squamosa* L.), mangosteen (*Garcinia mangostana* L.), and pear (*Pyrus bretschneider*) as the production media. *Acetobacter* sp. RMG-2 was used the inoculum for the cellulose production. Extracts of fruit rinds were combined with coconut milk in various composition to get the best cellulose production. Media composed by 100% fruit rind extract (GAA-SW1) produced cellulose up to 24.1 g wet weight (1.6 g dry weight) with cellulose thickness averaged at 1.2 cm. While 100%-extract of pear rind produced up to 1.3 cm thickness of cellulose and wet weight of 42.4 g (1.95 g dry weight). Apple rind extract (100%) produced a relatively thin (0.2 cm) cellulose with wet weight 2.5 g (0.2 g dry weight). The combination of apple rinds and coconut water (25%: 75%) gave better results with cellulose thickness at 1.7 cm. Sugar-apple and mangosteen rind extract can not be used as a fermentation media for bacteria *Acetobacter* sp. RMG-2. Rinds of those two fruits is likely to contain high antibacterial compounds so that bacteria are not able to grow and to produce cellulose. Extracts of pear and sapota rinds (100%) can be used as an alternative raw material for making cellulose.

Keywords: Fruit rind extract, *Acetobacter* sp. RMG-2, cellulose

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanakeragaman hayati termasuk juga keragaman faunanya. Berbagai jenis hewan, baik makro ataupun mikroorganisme ditemukan dan dimanfaatkan biokonversinya. *Acetobacter* adalah salah satu mikroorganisme yang sudah dimanfaatkan, bakteri ini bila ditumbuhkan dalam media yang sesuai akan menghasilkan selulosa dan lebih dikenal sebagai nata de coco atau sari kelapa.

Media yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri ini adalah media yang mengandung gula dan nutrisi yang baik. Biasanya untuk membuat nata, media yang digunakan adalah air kelapa. Air kelapa memiliki kandungan gula yang tinggi dan nutrisi yang cocok untuk pertumbuhan bakteri, khususnya *Acetobacter*. Selain air kelapa, buah-buahan juga dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan bakteri *Acetobacter* karena kandungan glukosa dan nutrisi yang terkandung di dalamnya cukup baik. Ketersediaan nutrisi dan kondisi pH yang tepat pada

medium menyebabkan bakteri mampu melakukan metabolisme dan reproduksi yang tinggi.

Nutrisi utama yang berperan dalam proses fermentasi adalah karbohidrat. Karbohidrat seperti glukosa, fruktosa dan gliserol digunakan sebagai sumber energi untuk memproduksi selulosa (Masaoka 1993). Karbohidrat pada medium dipecah menjadi glukosa yang kemudian berikatan dengan asam lemak (Guanosin trifosfat) membentuk prekursor penciri selulosa oleh enzim selulosa sintetase, kemudian disekresikan membentuk jalinan selulosa pada permukaan medium. Selama proses metabolisme karbohidrat, terjadi proses glikolisis yang dimulai dengan perubahan glukosa menjadi glukosa 6-pospat yang kemudian hasil akhirnya terbentuk asam piruvat. Glukosa 6-P yang terbentuk dalam proses glikolisis ini yang digunakan oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 untuk menghasilkan selulosa.

Acetobacter sp. RMG-2 merupakan salah satu bakteri koleksi Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI yang merupakan golongan bakteri gram negatif. *Acetobacter* sp. RMG-2 mampu mengubah gula dan nutrisi menjadi selulosa melalui proses fermentasi. Selulosa yang dihasilkan dalam proses fermentasi merupakan monomer selulosa, yang kemudian saling bersatu membentuk biopolimer selulosa. Bakteri akan terperangkap diantara serat-serat biopolimer selulosa.

Indonesia memiliki keragaman hayati yang sangat tinggi, aneka tanaman, buah-buahan, sayur-sayuran dapat tumbuh dengan subur. Pemanfaatan buah-buahan sampai saat ini masih dalam tahap konsumsi secara langsung dan pengawetan dengan teknologi sederhana. Diperlukan pengembangan teknologi di bidang pangan sehingga buah-buahan dapat menjadi produk yang berkualitas dan bernilai tinggi. Menurut data dari Biro Pusat Statistik (2012), produksi Sawo tercatat 135.332 ton, Melon 125.474 ton, Semangka 515.536 ton, Pisang 6.189.052 ton dan Pepaya 906.312 ton per tahun. Hasil produksi setiap tahunnya berubah tergantung lahan dan kondisi yang ada. Sementara itu Limbah kulit buah buahan belum dimanfaatkan secara optimal.

Beberapa penelitian telah dilakukan baik terhadap buah-buahan maupun limbah kulit buah buahan untuk diolah menjadi nata, diantaranya nata dari buah nenas dan tomat (Melliawati, dkk.1999), nata dari buah tomat (Natalia dan Parjuningtyas, 2009), nata dari buah jeruk asam (Ratnawati, 2007), dan limbah kulit buah buahan seperti kulit buah naga, kulit dari beberapa macam pisang, melon, semangka, papaya, mata dan hati nenas (Melliawati dan Nuryati, 2012)

Limbah kulit buah yang selama ini dibuang, ternyata memiliki nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan informasi tentang kulit buah buahan yang dapat digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 untuk menghasilkan selulosa. Penelitian ini dilakukan terhadap limbah kulit buah sawo, apel, srikaya, manggis dan kulit buah pir. Informasi yang diperoleh dapat di aplikasikan kepada masyarakat untuk mengurangi sampah organik dan juga memberikan peluang usaha bagi masyarakat.

BAHAN DAN METODE

Mikroorganisme

Bakteri yang digunakan adalah *Acetobacter* sp. RMG-2, yang diperoleh dari koleksi Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Bakteri ini merupakan bakteri lokal yang mempunyai potensi untuk memproduksi selulosa.

Persiapan ekstrak kulit buah buahan

Media yang digunakan adalah ekstrak kulit buah sawo (*Acrhras zapota* L.), apel (*Malus sylvestris* L.), srikaya (*Annona squamosa* L.), manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan pir (*Pyrus bretschneiden*) yang dikombinasi dengan air kelapa. Untuk mempersiapkan ekstrak kulit buah dilakukan dengan cara kulit buah di haluskan (blender) dengan penambahan aquadest. Berat kulit buah buahan dan penambahan aquadest diperlihatkan pada Tabel 1.

Dalam penelitian ini, media produksi dipersiapkan masing masing dalam botol jam sebanyak 100 mL dengan perbandingan ekstrak kulit buah dan air kelapa seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Fermentasi

Media produksi yang sudah disiapkan dengan perbandingan seperti pada Tabel 2. dan sudah disterilisasi, kemudian diinokulasi dengan suspensi biakan *Acetobacter* sp. RMG-2 sebanyak 3 % (kondisi media dingin), selanjutnya botol ditutup kembali menggunakan kertas, diinkubasi pada suhu 28 – 30 °C. Proses fermentasi berlangsung selama 10 hari dan pengamatan dilakukan tiap 24 jam.

Parameter yang diukur

Parameter yang diukur, ketebalan selulosa, berat basah, berat kering selulosa, pH awal dan akhir serta sisa media (cairan fermentasi)

Tabel 1. Ekstrak kulit buah buahan

Buah	Berat kulit buah (g)	Aquadest (mL)	Ekstrak kulit buah (mL)
Sawo	200	400	500
Apel	300	600	720
Srikaya	500	1000	1000
Manggis	350	700	610
Pir	250	500	700

Tabel 2. Perbandingan komposisi air kelapa dan ekstrak kulit buah sebagai media produksi selulosa.

Media	Air Kelapa (mL)	Ekstrak Kulit Buah (mL)
GAA – 1	0	100
GAA – 2	25	75
GAA – 3	50	50
GAA – 4	75	25
GAA – 5	100	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan selulosa sudah nampak pada inkubasi ke 24 jam, dimana sudah terlihat lapisan tipis di permukaan media fermentasi. Bertambahnya waktu fermentasi, area bawah media yang awalnya keruh menjadi bening. Hal ini dikarenakan nutrisi yang terdapat pada media sudah digunakan oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2. Selulosa yang dihasilkan bertambah tebal seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Selulosa terletak di permukaan media (mengambang) karena adanya gas CO₂ yang mendorong selulosa sehingga berada di permukaan. Gas CO₂ ini merupakan metabolit primer yang dihasilkan oleh bakteri selama proses fermentasi. Setiap sel bakteri mengeluarkan benang – benang selulosa yang saling berikatan satu dengan yang lain yang akan membentuk suatu jalinan yang kuat. Dalam hal tersebut diperlukan kondisi yang tenang agar jalinan benang – benang tersebut bersatu dengan kokoh (kompak). Dalam proses terbentuknya selulosa, *Acetobacter* sp. RMG-2 juga membentuk metabolit primer. Metabolit primer yang dihasilkan berupa asam asetat, air dan energi yang digunakan kembali dalam siklus metabolismenya. Asam asetat dimanfaatkan oleh *Acetobacter* sp. RMG-2 untuk menciptakan kondisi pertumbuhan yang optimum. Selain itu, asam asetat dapat dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O apabila nutrisi dalam media sudah habis. Asam yang terbentuk akan mempengaruhi pH sehingga pH cenderung menurun.

Ekstrak kulit buah sawo (SW)

Ekstrak kulit buah sawo memiliki nutrisi yang cukup baik, berdasarkan informasi, bahwa buah Sawo mengandung gula, protein, vitamin C, phenolics, carotenoid dan mineral (Fe, Co, Zn, Ca, dan potassium) (Fayek *et.al.* 2012), sehingga pada kulit buah Sawo masih mengandung unsur unsur tersebut walaupun hanya sedikit, sehingga bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 dapat berkembang biak. Hal tersebut terbukti bahwa ekstrak kulit buah sawo 100% dapat menghasilkan selulosa sebesar 24,1 g berat basah/100 mL medium dengan tebal selulosa 1,2 cm selama 10 hari inkubasi (gambar 1 A dan 1 B). Bila dibandingkan dengan kontrol (air kelapa 100%), memang hasilnya masih lebih baik kontrol yaitu tebal selulosa 1,8 cm dengan berat basah selulosa hampir 2 kali lipat. Namun penambahan air kelapa 25% pada ekstrak kulit buah sawo dapat menaikkan berat selulosa 29,8%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah sawo mengandung nutrisi untuk mendukung pertumbuhan *Acetobacter* sp. RMG-2 sehingga dapat menaikkan berat selulosa.

Selulosa yang dihasilkan paling berat selain kontrol adalah pada media GAA-SW4 (ekstrak kulit buah sawo 25 % dan air kelapa 75%) yaitu berat basah 35,1 gr (1,4 gr berat kering) dan tebal selulosa 1,5 cm. Kadar air pada media tersebut sebesar 96%. Berat kering selulosa pada media GAA-SW4 lebih kecil jika dibandingkan dengan berat kering selulosa pada media GAA-SW2 (ekstrak kulit buah sawo 75% dan air kelapa 25%) yaitu 1,7 g. Serat kering yang dihasilkan pada media GAA-SW4 tidak jauh berbeda dengan kontrol (media air kelapa), hal ini

memberikan informasi bahwa ekstrak kulit buah sawo dapat dipertimbangkan untuk dipakai sebagai media alternatif untuk pembuatan selulosa dengan kadar serat yang tinggi. Hasil tersebut masih lebih kecil bila menggunakan ekstrak kulit buah pisang raja dengan komposisi yang sama seperti yang dilaporkan oleh Melliawati dan Nuryati (2011).

Derajat keasaman (pH) dari kelima perlakuan tidak menunjukkan perubahan/perbedaan yang nyata pada akhir fermentasi hanya ada penurunan dari pH awal.. Hal ini dikarenakan *Acetobacter* sp. RMG-2 menghasilkan asam asetat dari glukosa (Melliawati, 2007), sehingga berpengaruh terhadap kondisi derajat keasaman (pH).

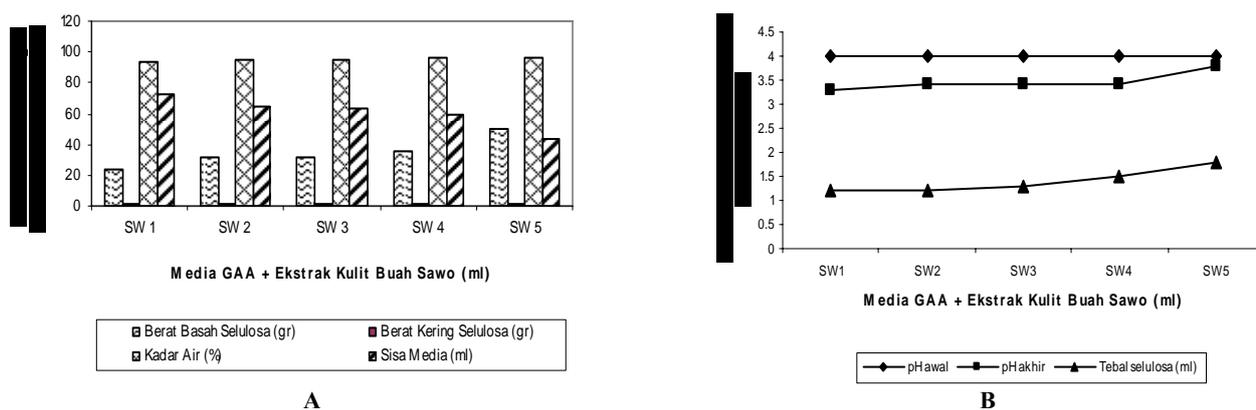
Ekstrak kulit buah apel (AP)

Apel banyak memiliki kandungan vitamin (vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B5, vitamin B6, vitamin B9, vitamin C.) dan mineral (kalsium, magnesium, protasium, zat besi, dan zinc) serta unsur lain seperti fitokimian, serat, tanin, baron, flavoid, asam D-glucaric, quercetin, asam tartar (Irsyadul Ibad et al. 2011)

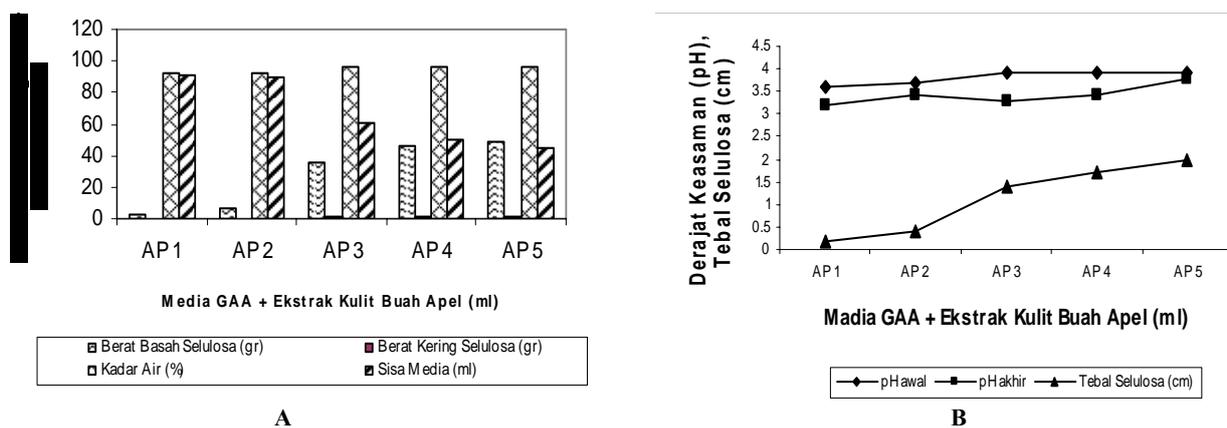
Oleh karena itu ekstrak kulit buah apel memiliki nutrisi yang cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai media fermentasi oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 dalam menghasilkan selulosa. Media ini dapat menghasilkan selulosa yang tebal jika ada tambahan nutrisi dari air kelapa. Media ekstrak kulit buah apel dengan komposisi 100% dapat membentuk selulosa, tapi sangat tipis (0,2 cm). Penambahan air kelapa ke dalam ekstrak kulit buah Apel dengan perbandingan 1:1, dapat membentuk selulosa dengan tebal 1,4 cm selama 10 hari masa inkubasi. Penambahan air kelapa sebesar 50% ke dalam ekstrak, dapat meningkatkan tebal selulosa sebesar 7 kali lipat.

Hasil selulosa basah terberat diperoleh pada media GAA-AP4 dengan komposisi ekstrak kulit buah apel 25% dan air kelapa 75%. Berat basah selulosa tersebut hampir mendekati berat pada media kontrol GAA-AP5 (media air kelapa 100%). Selulosa yang masih basah memiliki kadar air yang tinggi. Kadar air rata-rata dari selulosa yang dihasilkan adalah sebesar 95%. Selulosa yang memiliki berat kering terbesar adalah pada media GAA-AP4 dengan berat kering sebesar 1,8 g. Sama dengan berat kering pada media kontrol (GAA-AP5). Hasil tersebut hampir sama bila menggunakan media ekstrak kulit pisang oli dengan komposisi yang sama (Melliawati dan Nuryati, 2011).

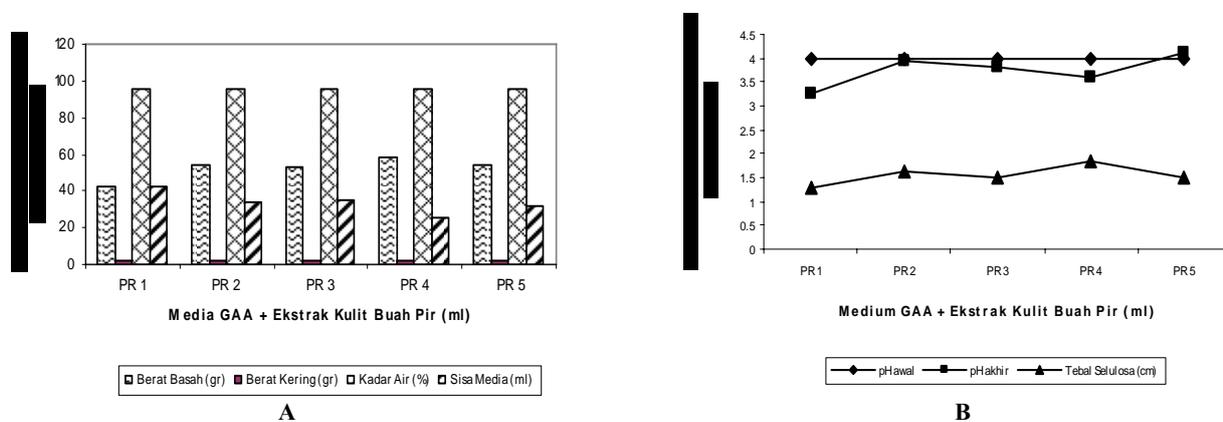
Selulosa paling tebal dihasilkan pada media GAA-AP4 sebesar 1,7 cm (Gambar 2 A). Sisa air dari media ini lebih sedikit dibandingkan 3 komposisi lainnya karena sebagian besar air terperangkap dalam selulosa yang terbentuk, tercatat kadar air selulosa tersebut sebesar 96.1%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan ekstrak kulit buah Apel mempunyai nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan *Acetobacter* sp. RMG-2. Derajat keasaman (pH) akhir pada proses fermentasi ekstrak kulit buah apel sama seperti pada ekstrak kulit buah sawo cenderung menurun, karena terbentuknya asam-asam yang dapat menurunkan pH (Gambar 2 B).



Gambar 1. Berat basah dan berat kering selulosa, kadar air selulosa, sisa media (A), pH awal dan akhir, tebal selulosa (B) pada proses fermentasi berbagai komposisi media fermentasi ekstrak kulit buah sawo.



Gambar 2. Berat basah dan berat kering selulosa, kadar air selulosa, sisa media (A), pH awal dan akhir, tebal selulosa (B) pada proses fermentasi berbagai komposisi media fermentasi ekstrak kulit buah apel



Gambar 3. Berat basah dan berat kering selulosa, kadar air selulosa, sisa media (A), pH awal dan akhir, tebal selulosa (B) pada proses fermentasi berbagai komposisi media fermentasi ekstrak kulit buah pir

Ekstrak kulit buah pir (PR)

Buah pir mempunyai kandungan gizi yang baik, diantaranya kalium, serat pangan (dietary fiber), vitamin C, vitamin E, Provitamin A/karotenoid, niasin, fosfor, kalsium dan tembaga (Anonymous, 2006, Rahardjo, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah Pir mempunyai nutrisi yang cocok untuk pertumbuhan *Acetobacter* sp. RMG-2. Selulosa yang terbentuk dari 100% ekstrak kulit buah pir tidak berbeda nyata dengan dari air kelapa yaitu masing masing dengan ketebalan 1,3 dan 1,5 cm (Gambar 3 A), demikian juga berat kering masing masing 1,95 g dan 2,2 g (Gambar 3 B). Penambahan air kelapa 25% pada ekstrak kulit buah Pir dapat meningkatkan tebal selulosa menjadi 1,65 cm. Perlakuan ekstrak kulit buah Pir 25% dan air kelapa 75%, menghasilkan selulosa lebih tebal (1,85 cm) dibandingkan bila hanya menggunakan air kelapa saja (1,5 cm). Jadi ekstrak kulit buah Pir dapat meningkatkan hasil berat basah dan tebal selulosa demikian juga berat keringnya. Seperti pada ekstrak kulit buah sawo dan Apel, derajat keasaman (pH) pada ekstrak kulit buah Pir di akhir fermentasi menurun dan tercatat antara 3,26-3,96 karena adanya asam yang terbentuk dari hasil fermentasi tersebut.

Ekstrak kulit buah Pir dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti air kelapa atau sebagai tambahan nutrisi bagi *Acetobacter* sp. RMG-2.

Ekstrak kulit buah srikaya (SR)

Dilaporkan bahwa buah Srikaya kaya dengan sumber energi, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral (Sunarjono 2005), akan tetapi karena ekstrak kulit srikaya mengandung senyawa fenol dan alkaloid yang bersifat antibakteri maka senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Rahayu et al. 1993) Sementara itu diketahui pula bahwa, bakteri *Acetobacter* termasuk bakteri gram negatif yang memiliki dinding sel yang lebih tipis sehingga rentan dengan senyawa – senyawa yang bersifat antibiotik (Adams 1995). Pernyataan ini terbukti dari hasil fermentasi pada media ekstrak kulit buah srikaya, terlihat pertumbuhan *Acetobacter* sp. RMG-2 terhambat dengan memperlihatkan selulosa yang terbentuk sangat tipis pada setiap perlakuan (media GAA-SR 1, GAA-SR 2, GAA-SR 3 dan GAA-SR 4) dan pada akhirnya selulosa tenggelam. Derajat keasaman (pH) pada akhir fermentasi tidak terjadi penurunan, karena bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 terlihat tidak berkembang dan tidak produktif dalam proses fermentasi yang menyebabkan tidak dihasilkan asam yang dapat menurunkan pH.

Pada ekstrak kulit buah manggis (MG)

Beberapa tahun terakhir ini, ekstrak kulit buah manggis menjadi buah bibir karena dikenal dapat menyembuhkan berbagai penyakit. Hasil penelitian ilmiah melaporkan bahwa kulit buah Manggis sangat kaya akan anti-oksidan, terutama xanthone, tanin, asam fenolat maupun antosianin. Di dalam kulit buah manggis terkandung nutrisi, seperti karbohidrat (82,50%), protein (3,02%), dan lemak (6,45%). Selain itu dilaporkan oleh Asep (2010), kulit buah manggis juga mengandung senyawa yang berperan sebagai

antioksidan seperti antosianin (5,7-6,2 mg/g), xanton dan turunannya (0,7-34,9 mg/g).

Hasil penelitian mencatat bahwa ekstrak kulit buah manggis, pada media GAA-MG1 dan GAA-MG2 tidak dapat menghasilkan selulosa. Pada media GAA-MG3 (perbandingan ekstrak kulit buah manggis: air kelapa = 1:1) selulosa yang terbentuk sangat tipis (inkubasi 96 jam) dan kemudian tenggelam. Demikian juga halnya pada media GAA-MG4 (perbandingan ekstrak kulit manggis: air kelapa = 1: 3), selulosa yang terbentuk sangat tipis dan akhirnya tenggelam. Ngamsaeng dan Wanapat (2004), melaporkan bahwa ekstrak kulit manggis mengandung tanin yang cukup tinggi yaitu tanin yang terkondensasi sebanyak 16,8%. Kemungkinan hal tersebut yang mempengaruhi proses fermentasi, sehingga adanya tannin dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2.

Kajian tentang pemanfaatan limbah kulit buah-buahan menjadi produk selulosa telah dilakukan pada 10 jenis kulit buah-buahan (Melliawati dan Nuryati, 2011). Dilaporkan bahwa ekstrak murni kulit pisang raja dapat menghasilkan selulosa dengan tebal tertinggi yaitu 1,4 cm. Sementara itu dari hasil penelitian ini bila menggunakan ekstrak murni kulit buah sawo, hasilnya berbeda tipis yaitu tebal 1,2 cm. Jika ekstrak kulit buah sawo ditambah air kelapa dengan perbandingan 25: 75 maka hasilnya sama dengan bila menggunakan ekstrak kulit pisang kepok yang ditambah air kelapa dengan perbandingan yang sama yaitu diperoleh selulosa dengan tebal 1,5 cm (Melliawati dan Nuryati, 2011). Perbandingan yang sama tetapi menggunakan kulit buah apel diperoleh hasil yang lebih tebal yaitu 1,7 cm.

Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa kulit buah buahan masih dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan bakteri yang menghasilkan produk selulosa. Proses lanjut dari selulosa dapat dijadikan produk selulosa kering yang berupa lembaran selulosa, yang dapat digunakan sebagai bahan dasar kertas dan lain sebagainya.

Berdasarkan hasil penelitian dari ke lima jenis ekstrak kulit buah buahan (Sawo, Apel, Pir, Srikaya dan Manggis), media yang memiliki nutrisi cukup baik untuk digunakan oleh *Acetobacter* sp. RMG-2 adalah media ekstrak kulit buah sawo, buah apel dan buah Pir. Ekstrak kulit buah sawo dan ekstrak kulit buah Pir memiliki nutrisi yang cukup tinggi, sehingga tanpa tambahan nutrisi dari air kelapa, ekstrak buah tersebut dapat digunakan sebagai media untuk membentuk selulosa. Sementara itu ekstrak kulit buah apel dapat digunakan sebagai tambahan nutrisi dalam medium air kelapa untuk menghasilkan selulosa.

Media ekstrak kulit buah sawo, Pir dan apel merupakan media yang memiliki nutrisi cukup untuk pertumbuhan *Acetobacter* sp. RMG-2 sehingga dapat menghasilkan selulosa. Ekstrak kulit buah Sawo dan Pir dapat menjadi bahan baku alternatif pengganti air kelapa dalam pembuatan selulosa (nata de coco). Sementara itu ekstrak buah apel dapat dijadikan sebagai tambahan nutrisi pada pembuatan nata de coco dari air kelapa. Selulosa yang dihasilkan dari 100% ekstrak kulit buah pir memberikan ketebalan selulosa sebesar 1,3 cm, sedang dari ekstrak kulit buah Sawo 1,2 cm. Media ekstrak kulit buah srikaya dan manggis tidak dapat digunakan sebagai media fermentasi

oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 dalam membentuk selulosa. Kedua kulit buah ini kemungkinan mengandung senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat mematikan bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams MR, Moss MO. 1995. Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Anon. 2006. Sumber Makanan Bergizi dan Manfaatnya Bagi Tubuh. <http://www.vegeta.co.id/id/info/infosehat.htm>
- Asep WP. 2010. Kulit buah manggis dapat menjadi minuman instan kaya antioksidan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 32 (2): 5-7.
- BPS [Biro Pusat Statistik]. 2012. Statistik Indonesia- Statistical Year Book of Indonesia, Jakarta.
- Fayek NM, Monem AR, Mossa MY, Meselhy MR, Shazly AH. 2012. Chemical and biological study of *Manilkara zapota* (L.) Van Royen leaves (Sapotaceae) cultivated in Egypt. *Pharmacognosy Res* 4 (2):85-91.
- Irsyadul Ibad M, Sirojudin M, Nurul Y, Durrotun N. 2011. Laporan hasil penelitian apel ekstra kir MTSN Rejoso. Pencegahan timbulnya warna kecoklatan pada buah apel yang sudah dikupas. Madrasah Tsanawiyah Negeri Rejoso, Pasuruan
- Masaoka ST, Ohe, N. Sakota. 1993. Production of Cellulose from Glucose by *Acetobacter xylinum*. *J Ferment Bioeng* 75 (1): 18-22.
- Melliawati R, Nita RP, Ardiansyah, Rohmatussolihat, Sufiantini K. 1999. Pengaruh campuran ekstrak buah buahan dan air kelapa terhadap biomasa sel *Acetobacter* sp. EMN-1 dan produk selulosa. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Bioteknologi Pertanian. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta, 31 Agustus-1 September 1999.
- Melliawati R, Nuryati. 2011. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah – Buah menjadi Produk Berserat oleh *Acetobacter* sp. RMG-2. Prosiding Seminar Nasional Proses Biologi dan Kimia Dalam Industri Yang Berwawasan Lingkungan Bogor, 8 Desember 2011.
- Melliawati R. 2007. Fermentasi air kelapa dan ekstrak buah nanas oleh bakteri *Acetobacter* sp. RMG-2 sebagai penghasil asam asetat dan bioselulosa. *SIGMA Jurnal Sains dan Teknologi* 10 (1): 55-60.
- Natalia RD, Sulvia P. 2009. Pemanfaatan Buah Tomat sebagai Bahan Baku Pembuatan Nata de Tomato. [Seminar Tugas Akhir] Jurusan Teknik Kimia UNDIP, Semarang.
- Ngamsaeng A, Wanapat M. 2004. Effects of mangosteen peel (*Garcinia mangostana*) supplementation on rumen ecology, microbial protein synthesis, digestibility and voluntary feed intake in beef steer. Tropical Feed Resources Research and Development Center, Department of Animal Science, Thailand.
- Rahardjo M. 2005. Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rahayu R, Chairul, Mindarti H. 1993. Penelitian Fitokimia dan Efek Anti Mikrobial Ekstrak Srikaya terhadap Pertumbuhan *Eschericia coli*. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Balitbang Mikrobiologi, Puslitbang Biologi – LIPI, Cibinong, 14 Juni.
- Ratnawati D. 2007. Kajian variasi kadar glukosa dan derajat keasaman (pH) pada pembuatan nata de citrus dari jeruk asam (*Citrus limon* L.). *Jurnal Gradien* 3 (2): 257-261
- Sunarjono H. 2005. Sirsak dan Srikaya, Budidaya untuk Menghasilkan Buah Prima. Penebar Swadaya, Jakarta.