

ELIMINASI PROTEIN SECARA ELEKTROFORESIS PADA PEMBUATAN GULA KELAPA

Protein Elimination by Electrophoresis Technique for Coconut Palm Sugar Production

Giyarto¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
E-mail: giyartocipto@yahoo.co.id

ABSTRACT

Coconut palm sugar, sweetener, brown color and aroma agent, is produced by cooking of nira. On the other hand, the developing business of coconut palm sugar still has problem on the several of its quality, especially on the brown color appearance caused by high intensity of browning reaction and the usage of food additive agent. High intensity of browning reaction could be reduced by elimination of protein molecules in nira through electrophoresis technique. The objectives of this research are to identify the electrophoresis conditions i.e pH, voltage supply, and duration that eliminate the greater protein molecules; and to analyze the influences of this treatment on the coconut palm sugar qualities. Result of the research showed that electrophoresis treatment performed on the following conditions : pH 7, and voltage supply 100 volts for 5 hours, was eliminated the protein molecules of nira effectively, which could increased the total sugar and glucose, but decreased the Maillard reaction, Na-bisulphate consumption, and the color of coconut palm sugar.

Key words: *nira, coconut palm sugar, electrophoresis*

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) dapat dimanfaatkan hampir semua bagiannya untuk keperluan industri maupun rumah tangga, salah satunya dibuat gula kelapa. Laju permintaan gula kelapa semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pendapatan perkapita serta perubahan pola konsumsi masyarakat. Menurut hasil survei pangan oleh Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur tahun 2000, diketahui bahwa rata-rata konsumsi gula kelapa di Indonesia mencapai 4,5 kg/kapita/tahun (Fetiahlis, 2001). Penjualan gula kelapa telah menjangkau pasaran luar negeri, namun usaha pengembangan pemasarannya terbentur masalah mutu yang masih beragam dan kurang baik terutama dalam hal kenampakan dan daya simpannya. Kenampakan gula kelapa sangat terkait dengan reaksi pencoklatan, baik karamelisasi maupun akibat reaksi maillard.

Nira merupakan sistem cairan yang mengandung cukup banyak senyawa gula

dan protein, sehingga pada saat pemasakan akan terjadi reaksi antara kedua molekul dengan menghasilkan gula berwarna kecoklatan. Warna gula kelapa yang dikehendaki oleh konsumen umumnya adalah coklat kekuningan. Atribut mutu gula kelapa juga sangat ditentukan oleh kualitas bahan baku nira dan perlakuan selama pengolahan.

Rendahnya daya simpan gula kelapa diakibatkan oleh rendahnya kadar sukrosa dalam gula kelapa. Penurunan kadar sukrosa terjadi karena konversi sukrosa nira menjadi glukosa dan fruktosa selama proses pengolahan. Tingginya glukosa dan fruktosa yang bersifat lebih higroskopis daripada sukrosa akan mengakibatkan gula kelapa menjadi lebih cepat lembek. Konversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa ini terjadi pada proses pemanasan yang tinggi (>100°C) dalam waktu cukup lama.

Upaya pencegahan reaksi pencoklatan berlebihan umumnya dilakukan dengan penambahan garam natrium metabisulfit selama pemekatan nira

(Sardjono, 1983). Namun, penggunaan bahan pengawet ini ada batasannya. Bila jumlah garam yang ditambahkan tersebut kurang, maka akan dihasilkan gula kelapa berwarna coklat kehitaman (Wiyono, 1994).

Menurut Winarno (1993) reaksi maillard terjadi jika gugus amina bertemu dengan gugus hidroksil gula reduksi atau aldehid atau keton. Sementara itu, menurut Anonim (2005) fruktosa mudah mengalami dekomposisi menjadi air dan fruktosan, yang berwarna coklat pada suhu rendah. Pada suhu yang tinggi dekomposisi akan berjalan lebih cepat, dan fruktosa berubah menjadi karamel yang berwarna kehitaman.

Reaksi pencoklatan dapat dikurangi dengan cara menghilangkan protein dalam nira. Salah satu teknik penghilangan senyawa protein tersebut adalah dengan cara elektroforesis. Teknik ini memanfaatkan sifat protein yang bermuatan listrik. Arus listrik yang dialirkan dalam nira akan menyebabkan protein tertarik ke salah satu kutub yang berlawanan muatan listriknya, sehingga protein yang dimaksud akan menggumpal dan mudah untuk dipisahkan (Haschemeyer, 1984; Hendrayana, 2006). Teknik ini tidak bersifat merusak pada senyawa utama dalam nira, yaitu sukrosa.

Besar kecilnya muatan listrik molekul protein tergantung pada besarnya perbedaan pH larutan protein terhadap nilai pH isoelektriknya. Molekul protein yang bermuatan listrik besar akan bergerak lebih cepat ke arah elektroda yang sesuai daripada protein yang muatan listriknya kecil. Selain itu, kecepatan molekul protein juga tergantung pada besarnya medan listrik. Medan listrik yang besar akan lebih kuat menarik molekul protein yang bermuatan listrik (Lehninger, 1979).

Percobaan konsep elektroforesis untuk memisahkan protein telah dilakukan oleh Darmawan (1989) dalam pembuatan minyak goreng berbahan santan kelapa,

dan Jayus (1991) menggunakannya untuk koagulasi lateks pada pembuatan *ribbed smoke sheet*. Hasil uji coba keduanya menunjukkan bahwa besar beda potensial dan waktu elektroforesis dapat meningkatkan rendemen minyak goreng dan *ribbed smoke sheet*. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, maka senyawa asam amino/protein dalam nira kelapa dapat dipisahkan secara elektroforesis.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas dinilai perlu suatu pemecahan untuk meningkatkan kualitas gula kelapa, yaitu gula kelapa dengan kenampakan kuning dan daya simpan yang tinggi, namun kandungan residu sulfitnya rendah. Salah satu pemecahannya yaitu pemisahan protein dari nira kelapa. Metode eliminasi yang digunakan adalah secara elektroforesis batas bergerak (*moving boundary electrophoresis*). Proses penghilangan molekul protein nira dengan cara elektroforesis ini tidak akan merusak komponen gula karena tidak ada interaksi secara kimia antara protein dan sukrosa.

Protein adalah polipeptida yang terdiri atas banyak asam amino yang berikatan melalui ikatan peptida. Ikatan peptida ini terjadi antara gugus amina dan gugus karboksilat dari asam amino yang berlainan. Rantai polipeptida memiliki gugus amina dan gugus karboksil bebas pada ujung-ujungnya (Winarno, 1997). Protein bersifat amfoter karena dapat bersifat asam dan basa, atau bersifat *zwitterion*, sehingga molekul protein dapat dipisahkan dengan memakai energi listrik (potensial elektrik). Protein yang bermuatan negatif akan bergerak ke kutub positif sedangkan protein yang bermuatan positif akan bergerak ke kutub negatif (Hendrayana, 2006).

Proses pengolahan gula kelapa dengan cara tersebut di atas diharapkan dapat meningkatkan kualitas gula kelapa (kandungan sukrosa tinggi dan memperpanjang masa simpan). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi

elektroforesis (pH, beda potensial dan lama) yang efektif untuk memisahkan protein nira dan mempelajari karakteristik gula kelapa yang dihasilkan.

METODA PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian ini adalah nira kelapa, sedangkan bahan pembantu meliputi membran filter nata de coco, glukosa, H₂SO₄, formaldehida, NaOH, Na-bisulfit, kulit kayu sampang, kapur, dan aquades.

Alat yang digunakan meliputi rangkaian elektroforesis, pH-meter, timbangan analitik, spektrofotometer, sentrifuse, pipet mikro, beaker glass, gelas ukur dan alat-alat gelas untuk titrasi dan analisis kimia lainnya.

Pelaksanaan Penelitian

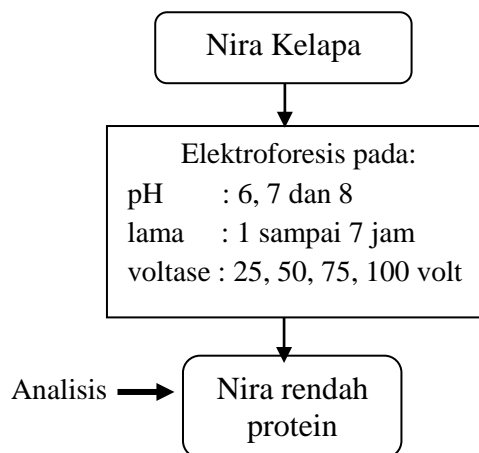
Penelitian ini telah dilakukan di tempat pengrajin gula kelapa Desa Sukorambi Jember dan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Jurusan THP, FTP Universitas Jember pada bulan April sampai dengan September 2006. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu 1) Optimasi kondisi elektroforesis dan pengambilan Nira, dan 2) Produksi gula kelapa dan evaluasi mutu gula kelapa berbahan baku nira hasil elektroforesis.

Kondisi elektroforesis nira

Tahap pertama ini bertujuan untuk menentukan kondisi elektroforesis nira (pH, beda potensial dan waktu). Tahapan ini diawali dengan pembuatan alat elektroforesis, dengan spesifikasi: bahan kaca tebal 0,5 cm, bejana elektroforesis: (40 x 21 x 20) cm dibagi menjadi: dua sekat elektrode (ukuran 2 x 20 x 20 cm), dua sekat penyaring (ukuran 1 x 20 x 20 cm) dan satu sekat tempat nira (ukuran 25 x 20 x 20 cm); elektrode (stainless steel atau platina); adaptor; dan multimeter; bagian bawah sekat tempat nira diberi lubang pengeluaran.

Pengambilan nira kelapa tanpa Na-bisulfit

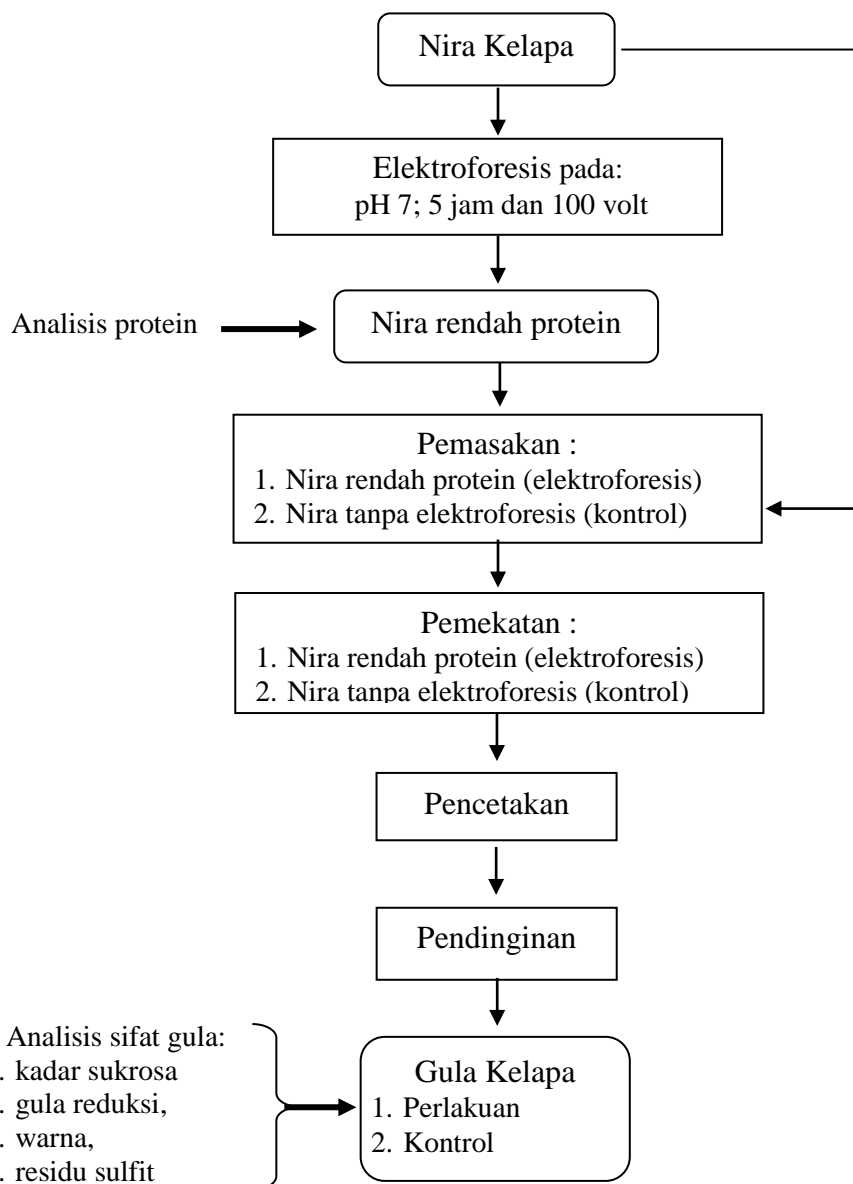
Nira diambil dengan cara yang dilakukan oleh pengrajin gula yaitu diambil dengan cara memotong ujung tangkai bunga kelapa (*manggar*). Cairan nira ditampung dalam bumbung bambu atau curigen plastik yang bersih dan telah diolesi dengan air kapur dan sayatan kulit kayu sampang. Nira ini tidak ditambah Na-bisulfit. Setelah 12 jam nira diambil dan dikumpulkan serta ditambahkan Na-bisulfit dengan jumlah sekitar 5 g per liter nira. Selanjutnya, protein yang terkandung dalam nira dipisahkan dengan teknik elektroforesis. Pemisahan protein nira dilakukan dengan menggunakan variasi pH (6, 7 dan 8), waktu elektroforesis (1 sampai 7 jam), dan besar beda potensial (25, 50, 75, 100 volt) (**Gambar 1**). Hasil perlakuan yang menghasilkan pemisahan molekul protein dengan jumlah tertinggi dalam nira, selanjutnya digunakan untuk penelitian tahap kedua.



Gambar 1. Diagram alir penelitian tahap pertama

Penelitian tahap kedua meliputi: produksi dan evaluasi mutu gula kelapa berbahan baku nira yang dihasilkan dari aplikasi teknik elektroforesis terpilih, yaitu pada kondisi pH 7, lama 5 jam dan beda potensial 100 volt, serta membandingkannya dengan gula kelapa dari nira tanpa perlakuan elektroforesis dan gula kelapa hasil proses konvensional sebagai kontrol (**Gambar 2**). Proses

pembuatan gula kelapa sama seperti yang dilakukan oleh pengrajin gula kelapa.



Gambar 2. Diagram alir penelitian tahap kedua

Analisis Sampel

Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi : kadar protein, kadar sukrosa, kadar gula reduksi, organoleptik warna dan residu sulfit. Analisis kadar protein nira dengan metode titrasi formol. Analisis mutu gula meliputi kadar sukrosa (sebagai total gula dengan metode Luff Schoorl); gula reduksi (metode Nelson Somogy), warna (visual atau

photography), dan residu sulfit (metode titrasi).

Analisis Data

Data hasil penelitian diolah dan dianalisis pola kecenderungannya secara kualitatif dan kuantitatif dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

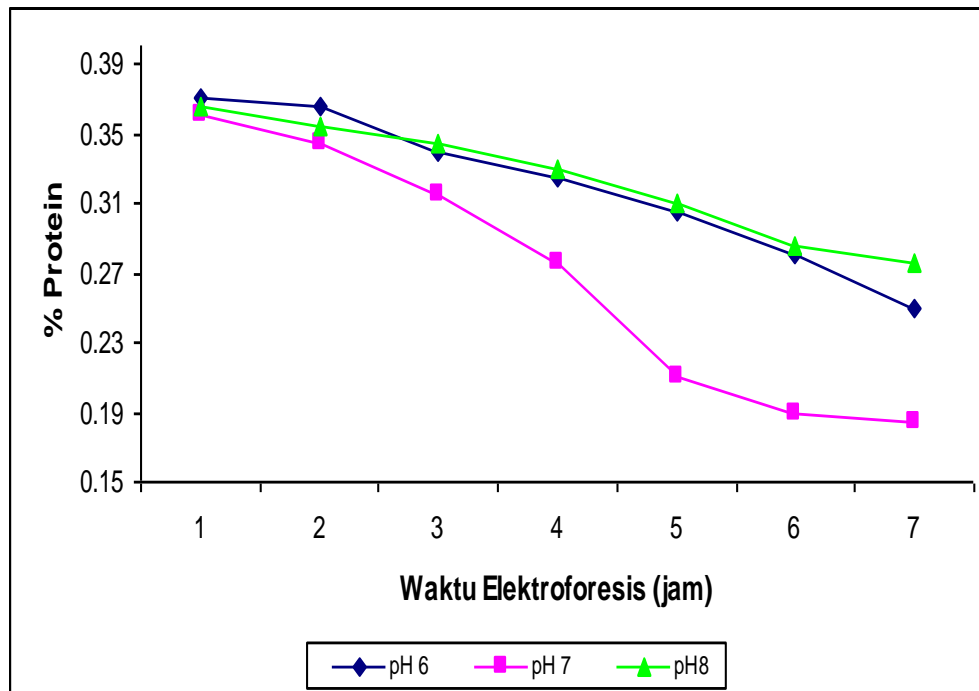
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Elektroforesis Nira

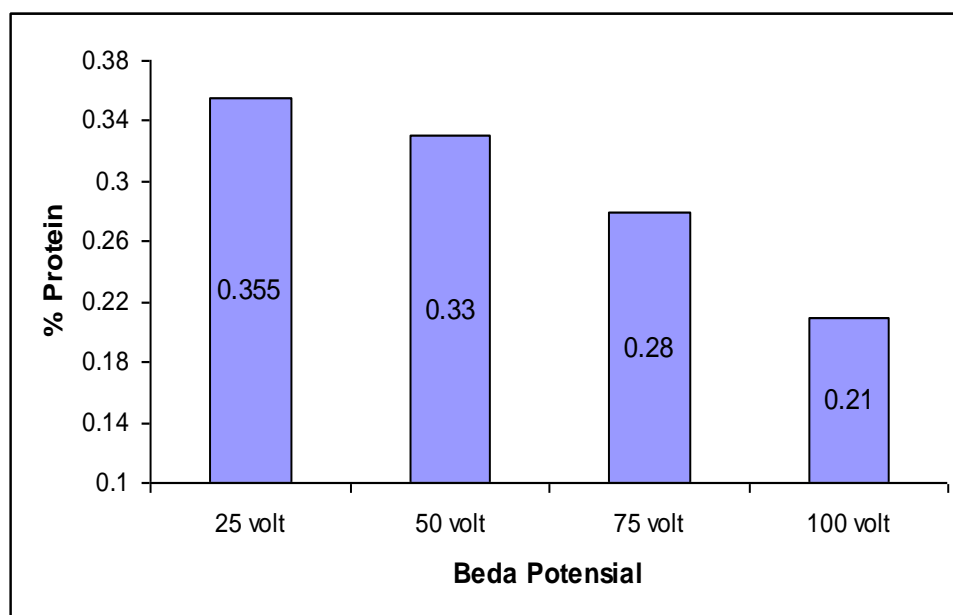
Efektivitas proses pemisahan dengan elektroforesis dipengaruhi oleh pH, beda potensial dan lama proses elektroforesis dalam cairan media. Penentuan kondisi elektroforesis terpilih didasarkan pada kondisi dimana dapat

dihasilkan pemisahan protein yang terbesar dari nira.

Hasil penelitian terhadap nilai pH, beda potensial dan lama elektroforesis untuk pemisahan protein nira disajikan dalam **Gambar 3** dan **Gambar 4**.



Gambar 3. Perubahan kadar protein nira pada berbagai pH selama elektroforesis menggunakan beda potensial 100 volt



Gambar 4. Perubahan kadar protein nira pada berbagai beda potensial elektroforesis pada pH nira awal 7

Dari **Gambar 3** dan **Gambar 4** menunjukkan adanya perubahan kadar protein nira seiring dengan perbedaan nilai pH dan lama elektroforesis. Penurunan kadar protein nira menunjukkan telah terjadi pemisahan molekul protein dalam cairan nira akibat elektroforesis. Nilai pH 7 merupakan kondisi elektroforesis terbaik untuk pemisahan protein nira kelapa. Kondisi pH 7 menunjukkan titik isoelektris dari protein nira sehingga jumlah protein yang mampu dipisahkan lebih banyak. Pada kondisi pH di luar pH isoelektris, protein nira lebih sulit untuk dipisahkan sehingga kadar protein nira pada pH elektroforesis 6 dan 8 lebih tinggi.

Secara keseluruhan, seiring dengan bertambahnya waktu elektroforesis maka makin lama proses elektroforesis makin banyak protein yang dapat dipisahkan dari cairan nira. Namun, pada kondisi pH 7 menunjukkan kecenderungan menghasilkan pemisahan protein terbesar. Lama elektroforesis pada jam ke 5 menghasilkan pemisahan protein yang paling efektif, meskipun pada jam ke 6 dan jam ke 7 jumlah protein yang dapat dipisahkan lebih banyak. Namun, dalam aplikasi praktis ada pertimbangan bahwa penambahan lama elektroforesis berarti peningkatan biaya energi listrik, sehingga dipilih kondisi lama elektroforesis 5 jam dan pH nira awal 7.

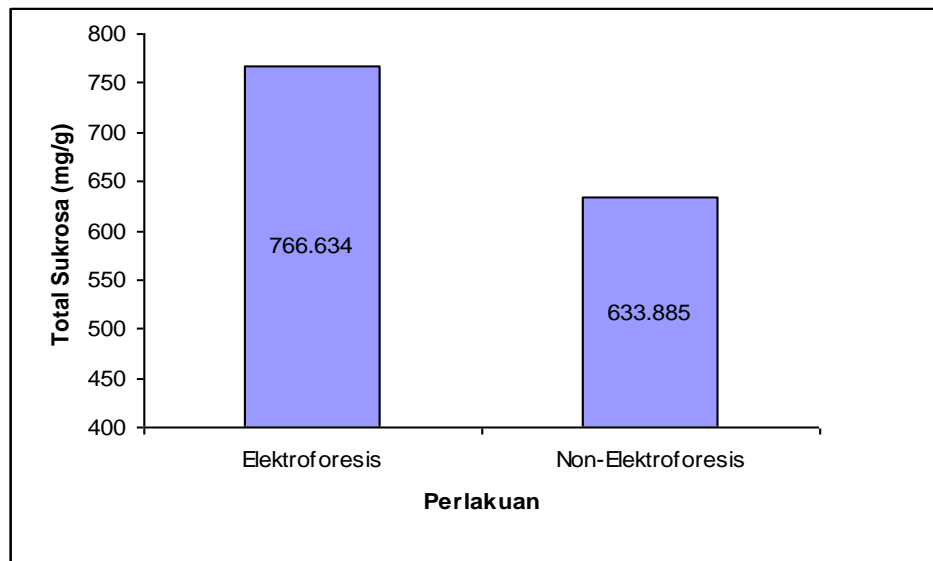
Terjadi perubahan kadar protein nira seiring dengan perbedaan besar beda potensial elektroforesis yang digunakan, dengan kecenderungan pada beda potensial tinggi, lebih banyak protein yang dapat dipisahkan. Penurunan kadar protein nira menunjukkan telah terjadi pemisahan molekul protein dalam cairan nira akibat

elektroforesis. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan medan listrik yang diberikan mengakibatkan perpindahan jumlah protein yang bermuatan positif maupun protein yang bermuatan negatif ke kutub katoda dan kutub anoda bertambah cepat dan banyak. Pada kondisi elektroforesis dengan beda potensial 100 volt menghasilkan pemisahan protein terbanyak diantara perlakuan yang digunakan.

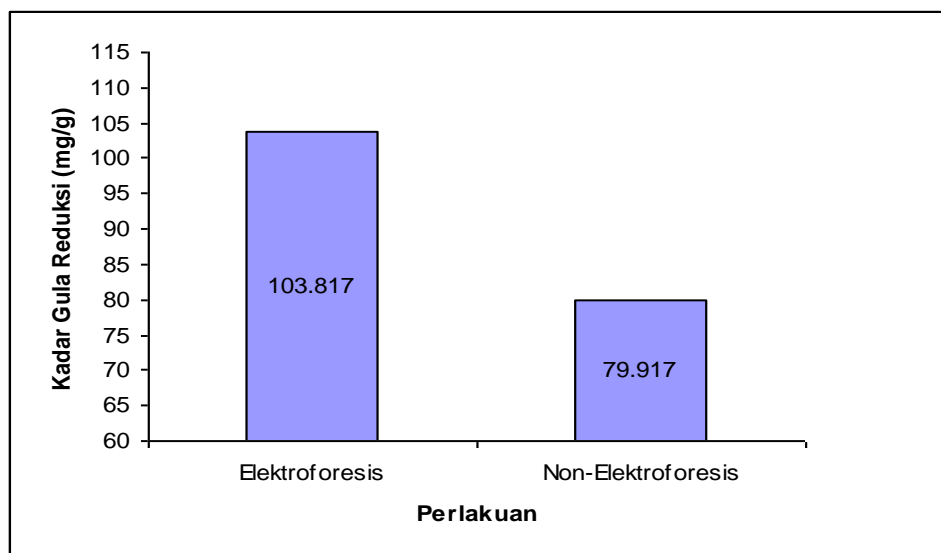
Karakteristik Gula Kelapa

Atribut mutu gula kelapa sangat ditentukan oleh beberapa faktor seperti kadar total sukrosa, gula reduksi, residu sulfit dan warna yang ditampilkan. Persentase senyawa sakarida (glukosa dan sukrosa) dalam nira sebanding dengan kandungan sukrosa dalam gula kelapa yang dihasilkan. Tinggi rendahnya komponen sakarida dalam nira dipengaruhi oleh keberadaan senyawa lain, seperti protein, kotoran, dan sebagainya. Pemisahan senyawa protein dalam nira dapat meningkatkan persentase jumlah senyawa sakarida. Peningkatan kadar senyawa sakarida dalam nira akan meningkatkan kualitas dan rendemen gula kelapa yang dihasilkan. Gula reduksi umumnya merupakan kelompok monosakarida yang bersifat reaktif, diantaranya reaksi polimerisasi dalam pembentukan kristal gula, dan reaksi maillard, reaksi antara gugus amina dengan glukosa, yang menimbulkan warna coklat.

Hasil analisis kadar total sukrosa dan gula reduksi gula kelapa berbahan nira yang diberi perlakuan elektroforesis dan tanpa perlakuan elektroforesis dapat dilihat **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5. Kadar total sukrosa gula kelapa berbahan baku nira hasil elektroforesis dan tanpa elektroforesis pada kondisi pH 7 dan lama elektroforesis 5 jam



Gambar 6. Kadar gula reduksi gula kelapa berbahan baku nira hasil elektroforesis dan tanpa elektroforesis pada kondisi pH 7 dan lama elektroforesis 5 jam

Berdasarkan **Gambar 5** dan **Gambar 6** dapat dinyatakan bahwa gula kelapa yang dibuat dari nira yang diberi perlakuan elektroforesis memiliki kandungan total sukrosa dan gula reduksi lebih tinggi dibandingkan dengan gula yang dihasilkan dari nira tanpa diberi perlakuan elektroforesis sebelumnya. Gula kelapa yang dibuat dari nira yang diberi perlakuan elektroforesis memiliki kandungan total sukrosa dan gula reduksi

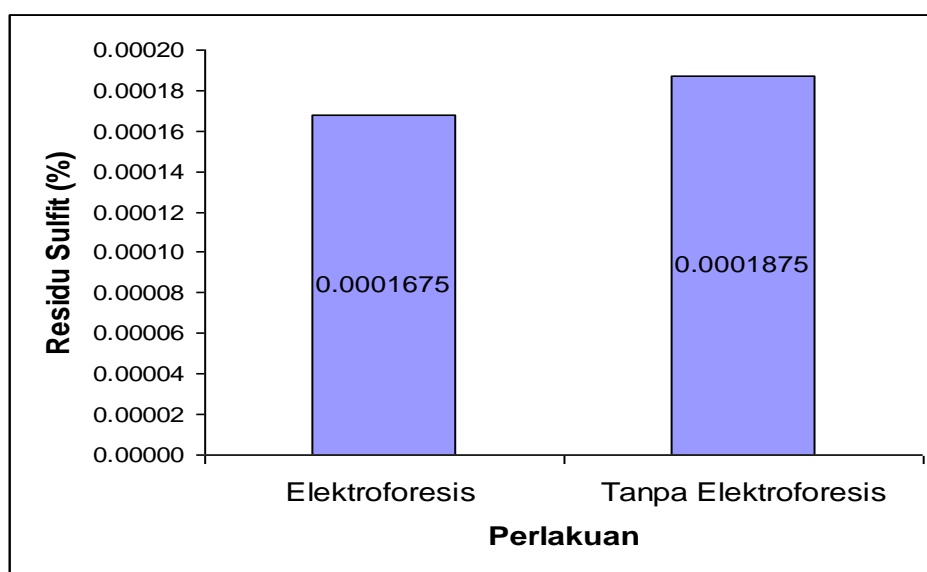
masing-masing sebesar 766,634 mg/g dan 103,817 mg/g gula kelapa. Sedangkan Gula kelapa yang dibuat dari nira tanpa diberi perlakuan elektroforesis memiliki kandungan total sukrosa dan gula reduksi masing-masing sebesar 633,885 mg/g dan 79,917 mg/g gula kelapa. Perbedaan kadar sukrosa dan gula reduksi tersebut menunjukkan persentase komposisi sakarida dalam nira yang mengalami elektroforesis lebih

besar dibandingkan dengan nira tanpa perlakuan elektroforesis.

Keberadaan molekul-molekul gula sederhana dalam nira yang tinggi, maka proses kristalisasi gula kelapa menjadi lebih baik. Pengurangan jumlah molekul protein dalam nira dimungkinkan mampu menurunkan terjadinya reaksi maillard, sehingga jumlah molekul gula yang

terikat oleh molekul lain menjadi berkurang.

Sulfit digunakan sebagai bahan pengawet sekaligus agensia pencerah warna dalam produksi gula kelapa. Hasil pengamatan terhadap residu sulfit gula kelapa berbahan nira hasil perlakuan elektroforesis, tanpa perlakuan elektroforesis (kontrol) dapat dilihat **Gambar 7 dan Gambar 8.**



Gambar 7. Kadar residu sulfit gula kelapa berbahan baku nira hasil elektroforesis, tanpa perlakuan elektroforesis, dan kontrol



Gambar 8. Warna gula kelapa berbahan baku nira tanpa penambahan Na-bisulfit dengan perlakuan elektroforesis (A) dan tanpa elektroforesis (B)

Data pada **Gambar 7** memperlihatkan bahwa gula kelapa yang dibuat dari nira yang diberi perlakuan elektroforesis memiliki kadar residu sulfit lebih rendah dibandingkan dengan gula yang dihasilkan dari nira tanpa diberi perlakuan elektroforesis. Meskipun perbedaan tersebut tidak terlalu besar. Hal ini kemungkinan disebabkan sebagian ion sulfit ikut berpindah ke kutub-kutub elektroda elektroforesis akibat timbulnya medan listrik selama elektroforesis. Namun demikian, jika dilihat dari penampakan fisik (warna) (**Gambar 8**), maka perlakuan elektroforesis mampu meningkatkan kecerahan warna gula kelapa. Peningkatan kecerahan warna gula kelapa yang dibuat dari nira dengan perlakuan elektroforesis mungkin disebabkan peluang terjadinya reaksi maillard lebih rendah, sehingga pembentukan warna coklat dapat ditekan. Dan senyawa sulfit yang terkandung kurang cukup untuk menghasilkan efek pemucatan pada gula kelapa.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan elektroforesis yang menghasilkan pemisahan protein nira yang efektif adalah kondisi pH awal 7 dengan beda potensial 100 volt selama 5 jam. Gula kelapa hasil pengolahan nira yang diberi perlakuan elektroforesis memiliki kandungan total sukrosa dan kadar gula reduksi lebih tinggi, kadar residu sulfit lebih rendah dan warna lebih cerah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bagian Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi, Dirjen DIKTI, Departemen Pendidikan Nasional, yang telah memberikan dana untuk penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dosen

Muda Nomor 022/SP3/PP/DP2M/II/2006 tanggal 1 Februari 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2005). *Monosakarida*. www.wikipedia.com. 20 Desember 2005.
- Darmawan BE (1989). *Pembuatan Minyak Kelapa secara Elektroforesis*, Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Fetiahlis H (2001). *Rangkuman Proses Pabrikasi Gula*. Asem Bagus. PTPN XI.
- Haschemeyer RH and Haschemeyer AEV (1984). *Protein a Guide to Study by Physical and Chemical Methods*, a Willey Intersc. Publication, New York.
- Hendrayana S (2006). *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi ke-4, IKIP Semarang Press, Semarang
- Jayus (1991). *Koagulasi lateks secara Elektroforesis pada Pembuatan Ribbet Smoke Sheet*, Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Lehninger AL (1979). *Biochemistry*, Scnd Ed., Warpublisher, Inc., New York.
- Sardjono (1983). *Pengawasan dan Standar Mutu Gula Merah*. Laporan Upgrading Tenaga Pembina Gula Merah. BBIHP.
- Winarno FG (1993). *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno FG (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia.
- Wiyono H (1994). *Pengaruh Kombinasi Bahan Pengawet Kapur dan Nabisulfit terhadap Kandungan Sukrosa, Gula Reduksi dan pH Nira Kelapa*. Jember: Laporan

Penelitian Fakultas MIPA,
Universitas Jember.