

Perancangan Aplikasi Pengukuran Kadar Gula (Sukrosa) Nira Tebu dengan Sistem Polariser Dilanjutkan dengan Menggunakan Sistem Interferometer Michelson Presisi Tinggi

Peneliti : Mutmainnah¹, Imam Rofi'i²⁾, Endhah Purwandari³⁾

Mahasiswa Terlibat : Ulin Nurviana⁴⁾

Sumber dana : BOPTN 2014

¹Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

²Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

³Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

⁴Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

Abstrak

Telah dirancang sebuah sistem Interferometer Michelson untuk pengukuran kadar sukrosa nira tebu. Sebelumnya sistem tersebut dikalibrasi dengan pengukuran frinji tiap konsentrasi sukrosa standart. Setelah proses kalibrasi beberapa sampel nira tebu akan diuji untuk diketahui kadar sukrosanya. Dengan menggunakan sistem Interferometer Michelson, indeks bias suatu medium dapat ditentukan dengan menghitung beda lintasan optic. Perubahan lintasan optic pada Interferometer Michelson mempunyai intensitas presisi tinggi berupa frinji. Perubahan lintasan optic tersebut yang terjadi hanya bergantung pada perubahan konsentrasi larutan. Dari data yang diperoleh akan dianalisis hubungan antara kadar sukrosa dalam nira dengan indeks biasnya

Dari hasil penelitian diperoleh rentang nilai indeks bias sukrosa standart pada konsentrasi 2% sampai 10 % yaitu 1,335964-1,346801. Pada sampel perahan nira tebu dari daerah Ambulu, Kalimantan, Probolinggo, Semboro hasil pengukuran diperoleh data rentang nilai indeks bias 1,33541-1,33644 untuk konsentrasi 2% sampai 10%.

Kata kunci: NiraTebu, Sukrosa, Indeks bias, Interferometer Michelson

EXECUTIVE SUMMARY

Perancangan Aplikasi Pengukuran Kadar Gula (Sukrosa) Nira Tebu dengan Sistem Polariser Dilanjutkan dengan Menggunakan Sistem Interferometer Michelson Presisi Tinggi

Peneliti : Mutmainnah¹, Imam Rofi'i¹⁾, Endhah Purwandari¹⁾
Mahasiswa Terlibat : Ulin Nurviana⁴
Sumber dana : BOPTN 2014
Kontak email : diinsastro@gmail.com
Desiminasi : belum ada.

¹Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

²Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

³Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

⁴Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

LATAR BELAKANG

Gula merupakan salah satu komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia. Gula juga merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat dan sumber kalori yang relatif murah, karena merupakan kebutuhan pokok, maka dinamika harga gula mempunyai pengaruh langsung terhadap laju inflasi. Dengan luas areal sekitar 350 ha pada periode 2000-2005, industri gula berbasis tebu merupakan salah satu sumber pendapatan bagi sekitar 900 ribu petani dengan jumlah tenaga kerja yang terlibat mencapai 1,3 juta orang (Apriyantono A, 2005). Pada saat ini dengan jumlah penduduk Indonesia 230 juta jiwa membutuhkan 4,55 juta ton gula yang terdiri dari 2,7 juta ton untuk konsumsi langsung masyarakat dan 1,85 juta ton untuk keperluan industry (Wibowo R, 2010).

Pada tahun pertama telah dilakukan menentukan kadar sukrosa nira tebu dengan pengukuran intensitas fotometer pada sistem polarizer. Sifat aktif optik suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk memutar bidang polarisasi. Dengan memanfaatkan nilai sifat aktif optik dapat diperoleh nilai kadar sukrosa. Gula (sukrosa) termasuk zat optis aktif yang dapat memutar bidang polarisasi dari cahaya yang melewatinya. Bahan tersebut tetap optik aktif dalam semua keadaan meskipun dalam larutan. Sifat aktifitas optik ini dapat dipakai untuk mengukur kadar sukrosa

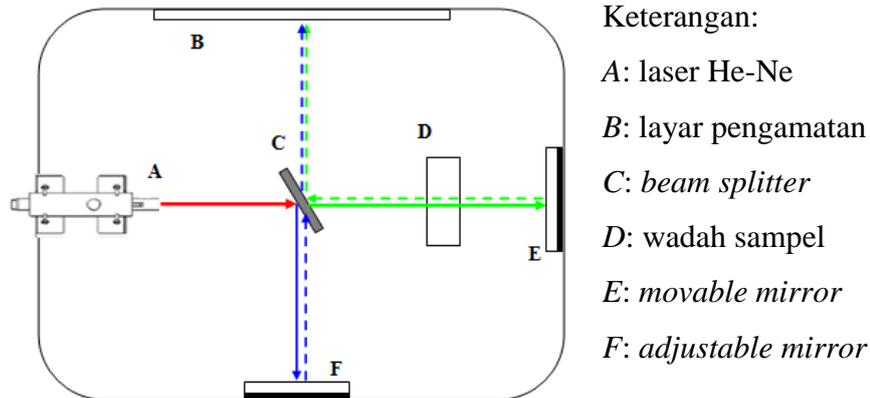
dalam tebu. Hal ini disebabkan ternyata sudut bidang polarisasi sebanding dengan kadar sukrosa dalam larutan tersebut. Ketergantungan sudut putar bidang polarisasi terhadap tebal bagian larutan yang dilewati sinar dan terhadap kadar larutan, mengisyaratkan bahwa gejala aktifitas optik ini terjadi pada molekul-molekul dalam larutan (Soedoyo,1992). Untuk penelitian tahun ke dua dengan metode menggunakan Interferometer Michelson. Penggunaan interferometer telah dilakukan untuk mengukur indeks bias termasuk kadar gula (Singh, 2007) dan untuk mengukur konsentrasi alkohol (Frederiksen, 2008) Dengan menggunakan sistem Interferometer Michelson, indeks bias suatu medium dapat ditentukan dengan menghitung beda lintasan optik. Perubahan lintasan optik pada Interferometer Michelson mempunyai intensitas presisi tinggi berupa frinji. Perubahan lintasan optik tersebut yang terjadi hanya bergantung pada perubahan konsentrasi larutan Sehingga metode Interferometer Michelson dapat diaplikasikan untuk mengukur kadar sukrosa nira tebu presisi tinggi

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan multitaahun dari penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan suatu sistem polarizer, dilanjutkan dengan sistem Interferometer Michelson presesi tinggi untuk aplikasi pengukuran kadar sukrosa pada nira tebu. Tujuan tahun kedua pada penelitian ini adalah merancang sebuah sistem interferometer Michelson untuk mengukur kadar sukrosa (gula) nira tebu. Pada tahun pertama telah diperoleh pengukuran optimal yaitu hubungan antara kadar sukrosa nira tebu dengan sudut putar bidang polarisasi (θ), besar perputaran bidang polarisasi (θ) dapat digunakan untuk menentukan kadar sukrosa dalam nira. Sedangkan tujuan pada tahun kedua telah diperoleh pengukuran frinji tiap konsentrasi sukrosa satandard dan konsentrasi beberapa jenis nira tebu, perubahan nilai frinji tersebut pada tiap konsentrasi dapat diketahui nilai indeks biasnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Modern dan Optoelektronika, Jurusan Fisika, FMIPA Univ. Jember Pada penelitian tahun II penentuan kadar sukrosa pada nira dengan menggunakan sistem interferometer Michelson pada set up peralatan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar.1 Skema sistem Interferometer Michelson untuk pengukuran kadar gula.

Setelah dilakukan penyusunan peralatan pengukuran konsentrasi sukrosa dalam nira tebu pada Gambar 1, kemudian dilakukan standarisasi atau kalibrasi metode pengukuran. Sukrosa yang akan digunakan untuk proses kalibrasi diperoleh dari industri yang sudah standart. Hasil kalibrasi yang diperoleh berupa hubungan antara perubahan frinji dengan konsentrasi sukrosa ,sehingga diperoleh nilai indeks bias tiap konsentrasi sukrosa standart. Setelah dilakukan kalibrasi langkah selanjutnya adalah penerapan metode pengukuran sistem Interferometer Michelson untuk menentukan kadar sukrosa nira tebu yang diperoleh masih dalam proses industry atau petani. Beberapa sampel nira tebu akan diuji untuk diketahui kadar sukrosanya. Sampel larutan sukrosa diperoleh dari hasil perasan batang tebu yang siap giling (nira tebu). Untuk mendapatkan kadar sukrosa nira tebu, sampel akan dletakkan pada wadah posisi antara *beam splitter* dan *movable mirror* , seperti pada Gambar 1 yaitu yang sebelumnya mengisi wadah dengan beberapa sampel nira tebu 2 % sampai 10 % , tiap sampel secara bergantian diukur perubahan frinjinya dengan memutar mikrometer, perubahan frinji dicatat dan bersesuaian dengan kadar sukrosa dalam nira tersebut. Data-data dari beberapa sampel nira tebu dicatat dalam suatu tabel.

Dari data yang diperoleh akan dianalisis hubungan antara konsentrasi gula nira (sukrosa) dengan indeks bias. Indeks bias untuk larutan secara umum adalah dengan menggunakan persamaan

$$\Delta n \cong \frac{\partial n}{\partial T} \Delta T + \frac{\partial n}{\partial C} \Delta C + \frac{\partial n}{\partial \lambda} \Delta \lambda \quad (1)$$

namun untuk keadaan yang isothermal dimana suhu larutan dipertahankan konstan serta sumber cahaya yang digunakan adalah konstan maka indeks bias dari larutan hanya bergantung pada perubahan konsentrasi yang dinyatakan dalam persamaan

$$\Delta n \cong \frac{\partial n}{\partial C} \Delta C \quad (2)$$

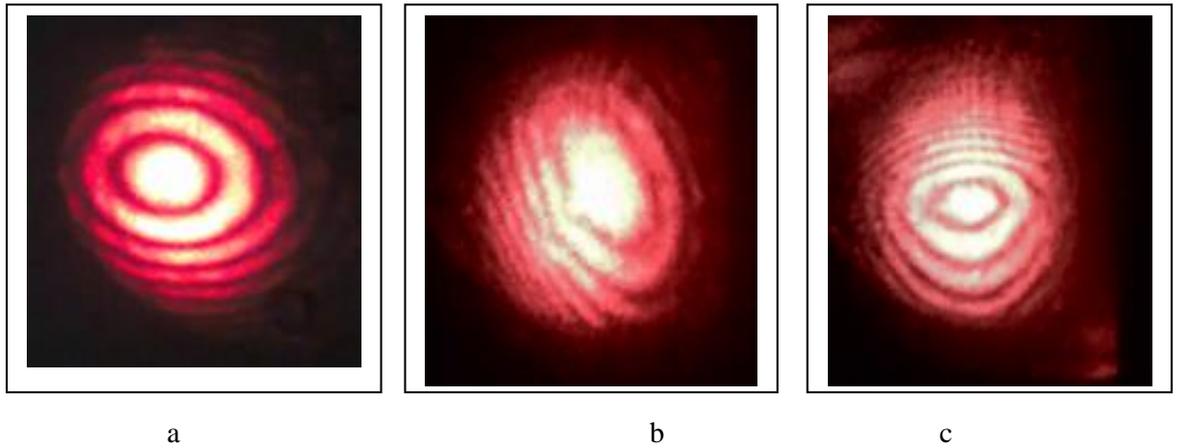
Penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan interferometer Michelson maka perubahan lintasan optic berupa frinji terjadi hanya bergantung pada perubahan konsentrasi larutan dengan menggunakan menggunakan persamaan

$$\Delta N = \frac{2L}{\lambda} (n - n_0) \quad (3)$$

dengan n_0 indeks bias aquades acuan 1,3328 sehingga nilai indeks bias sukrosa dapat ditentukan tiap perubahan konsentrasi sukrosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tahun ke dua tetap dilakukan di laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern, yaitu dengan penyusunan peralatan Interferometer Michelson untuk pengukuran konsentrasi sukrosa dalam nira tebu seperti Gambar 1 pada metodologi , yang telah dilakukan standarisasi atau kalibrasi metode pengukuran pada set alat tersebut. Dengan menggunakan sistem Interferometer Michelson, indeks bias suatu medium dapat ditentukan dengan menghitung beda lintasan optic. Perubahan lintasan optic pada Interferometer Michelson berupa frinji. Untuk proses kalibrasi ini dilakukan pengukuran perubahan frinji sebagai fungsi konsentrasi sukrosa standart.



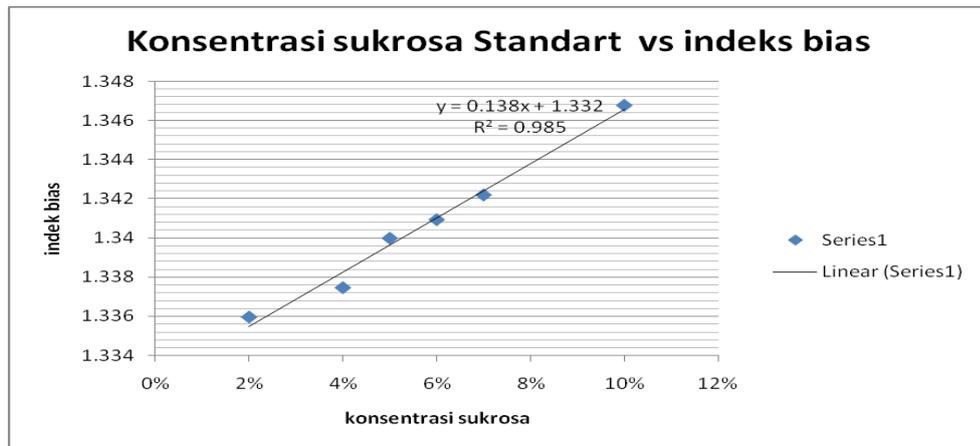
Gambar 2 Pola frinji yang terbentuk; (a) sebelum ada sampel; (b) dan c ketika diletakkan larutan dengan konsentrasi nira 5 % yaitu contoh pada nira Probolinggo dan nira Semboro

Gambar 2 (a) berbentuk lingkaran sempurna merupakan pola frinji yang terbentuk ketika tidak ada perubahan di antara salah satu lengan interferometer dalam hal ini sampel belum disisipkan di antara *beam splitter* dan *movable mirror* dan posisi *movable mirror* tetap. Pada kondisi tersebut sampel (belum berisi larutan) jumlah frinji yang teramati pada layar pengamatan tidak mengalami perubahan, hal ini dikarenakan sisi wadah sampel yang dilewati sinar laser menggunakan bahan yang terbuat dari slide preparat yang sangat tipis dengan ukuran kurang dari 1 mm. Gambar 2 (b) dan (c) berbentuk lingkaran yang berpendar lingkrannya, karena sinar laser telah meliwati larutan nira yaitu terjadi perubahan pola interferensi ketika terjadi perubahan sampel nira sebagai contoh gambar tersebut pada nira probolinggo dan nira semoboro 5%.

Perubahan konsentrasi sukrosa maupun nira menyebabkan adanya perubahan rapat molekul yang terlarut dalam larutan dimana perubahan tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan pada kecepatan berkas sinar laser yang melaluinya. Semakin besar konsentrasi sukrosa maupun nira mengakibatkan kerapatan molekul dalam larutan semakin besar sehingga menghambat propagasi berkas sinar laser yaitu kecepatan berkas sinar laser menjadi berkurang. Perubahan pada kecepatan berkas sinar laser yang melalui larutan sukrosa maupun nira mengakibatkan terjadinya perubahan pada perbedaan panjang lintasan optik sinar laser He-Ne. Dengan adanya perubahan lintasan optik sinar laser maka beda fase sinar laser dari kedua lengan inteferometer juga berubah yang mengakibatkan

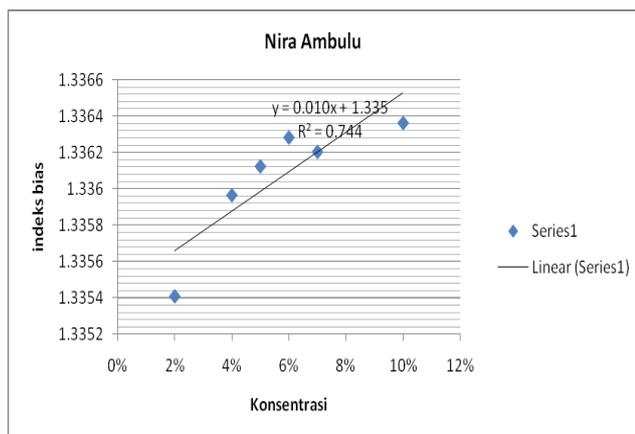
terjadinya perubahan pada jumlah frinji. Dengan demikian perubahan konsentrasi larutan sukrosa standart maupun nira mengakibatkan terjadinya perubahan pada jumlah frinji.

Standarisasi atau kalibrasi metode pengukuran Interferometer Michelson menggunakan sukrosa standart dari PT Sorini Indonesia adapun rumus secara kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$ dengan rincian konsentrasi ($C_{12} = 42, 1\%$, $H_{22} = 6.48\%$ dan $O_{11} = 51,2\%$) total 99.99%. Hasil kalibrasi yang diperoleh berupa hubungan antara konsentrasi sukrosa standart sebagai fungsi indeks biasnya grafik dapat dilihat pada gambar 3.

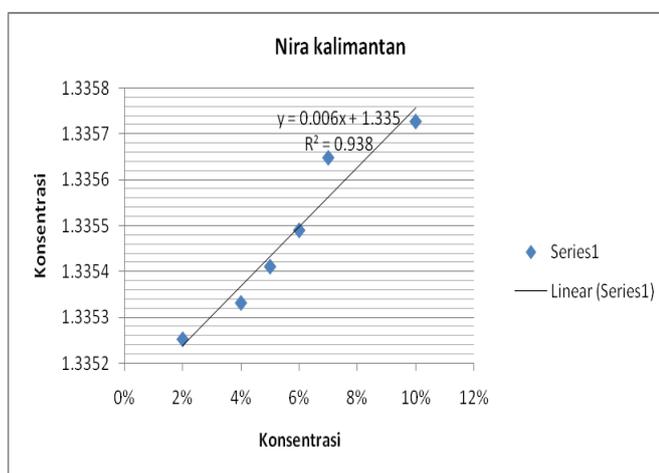


Gambar 3 Grafik konsentrasi sukrosa standart terhadap nilai indeks biasnya

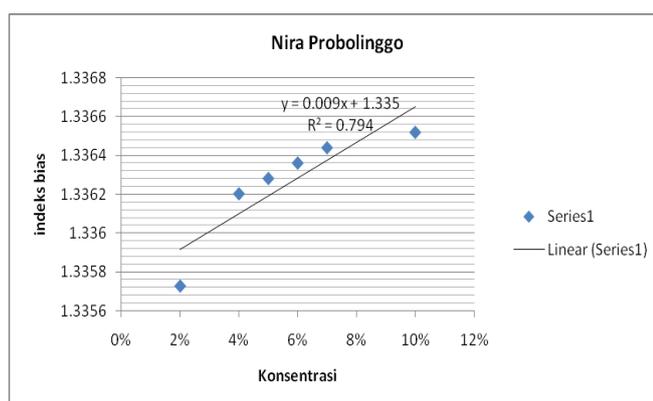
Sesudah dilakukan kalibrasi selanjutnya dilakukan pengukuran perubahan frinji untuk menentukan kadar sukrosa nira tebu yang diperoleh dari beberapa daerah yaitu daerah Ambulu, Kalimantan (bibit dari kalimantan tetapi penanaman dilakukan di Ambulu), Probolinggo, dan Semboro. Beberapa sampel nira tebu diuji untuk diketahui kadar sukrosanya. Sampel larutan sukrosa diperoleh dari hasil perasan batang tebu dan pengukuran dilakukan pada konsentrasi nira 2% sampai 10%. Pengukuran perubahan frinji pada tiap sampel nira dilakukan pada wadah larutan dengan ketebalan 0,4cm dengan panjang gelombang laser HeNe tetap yaitu 632,99 nm. Dari hasil pengukuran perubahan frinji diperoleh data indeks bias tiap sampel nira. Data indeks bias tiap sampel nira dan tiap konsentrasi tersebut dibuat grafik seperti yang ditunjukkan grafik pada gambar 4 sampai gambar 7



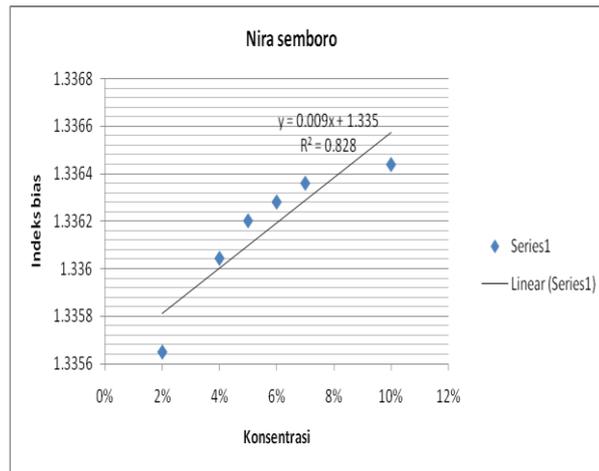
Gambar 4 Grafik konsentrasi sukrosa nira tebu Ambulu terhadap nilai indeks bias



Gambar5.Grafik konsentrasi sukrosa nira tebu Kalimantan terhadap nilai indeks bias



Gambar6.Grafik konsentrasi sukrosa nira tebu Probolinggo terhadap nilai indeks bias



Gambar 6 .Grafik konsentrasi sukrosa nira tebu Semboro terhadap nilai indeks bias

Grafik pada gambar 4 sampai gambar 7 menunjukkan bahwa trend grafik yang dihasilkan dari hasil pengukuran indeks bias pada berbagai variasi konsentrasi nira memberikan bentuk yang sesuai dengan data standart sukrosa (gambar 5.3). Pada konsentrasi 2% seluruh jenis sampel memiliki keadaan optik yang hampir sama yaitu diperoleh data nilai indeks bias hampir sama yaitu rentang nilai antara 1.3354-1.3357. Perbedaan nilai indeks bias antar jenis tebu mulai tampak saat konsentrasi nira ditingkatkan hingga 10% . Karakteristik optik yang identik ditunjukkan oleh tebu yang berasal dari daerah Ambulu dan jenis Semboro. Kadar sukrosa nira jenis tebu yang berasal dari Ambulu memiliki karakteristik optik yang hampir sama dengan nira tebu Semboro pada konsentrasi 5%, 6%, yaitu keduanya mempunyai nilai indeks bias antara 1.3361- 1.3362, sedangkakan pada konsentrasi 7% dan 10 % (nira Ambulu) mempunyai rentang nilai indeks bias 1.3362-1.3363 hal ini hampir sama dengan nilai indeks bias nira Probolinggo pada konsentrasi 5 % dan 6%

Nilai indeks bias yang diperoleh tidak tepat sama dengan nilai kadar sukrosa standart hal ini disebabkan oleh karena sampel nira yang diukur dibuat dalam bentuk konsetrasi yang mana nira murni sudah dalam bentuk cair. Untuk itu perlu penelitian lebih lanjut dalam bentuk nira sukrosanya kristal. Nilai kadar sukrosanya juga tergantung pada umur tanam dan kondisi musim waktu tanam. Hal ini akan dilanjutkan untuk penelitian selanjunya.

Kata Kunci : *Sudut Polariser , Sukrosa, Nira tebu , Polariser, Konsentrasi*

KESIMPULAN

Telah didesain aplikasi pengukuran kadar gula (sukrosa) nira tebu dengan sistem Interferometer Michelson. Perubahan lintasan optic pada Interferometer Michelson mempunyai intensitas presisi tinggi berupa frinji. Perubahan lintasan optic tersebut yang terjadi hanya bergantung pada perubahan konsentrasi larutan. Dengan menggunakan sistem tersebut, indeks bias suatu medium dapat ditentukan dengan menghitung beda lintasan optic. Semakin besar konsentrasi sukrosa semakin tinggi nilai indeks biasnya hal ini ditunjukkan oleh perubahan frinji yang semakin besar. Sehingga metode Interferometer Michelson dapat diaplikasikan untuk mengukur kadar sukrosa nira tebu presisi tinggi

REFERENSI

1. Apriyantono A. 2005. *Prospek Dan Arah Pengembangan Agribisnis Tebu*, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta
2. Frederiksen, G.A. 2008. Refractive index measurement of fluids by reflection near critical angle. *Meas. Sci. Technol.* 13:94-102
3. Giancoli, D. 1985. *Physics 2nd edition: Principles and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
4. Singh, R., 2007, Sugar concentration measurement by interferometer technique. *Meas. Sci. Technol.* 13:89-97
5. Soedjojo, P. 1992. *Azas Ilmu Fisika jilid 3: Optika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
6. Wibowo R. 2010. *Strategi Pengembangan Dan Program Revitalisasi Agroindustri Tebu di Indonesia*. Universitas Jember

