

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

Peneliti : Mutmainnah <sup>1)</sup>, Imam Rofi'i <sup>2)</sup>, Endhah Purwandari <sup>3)</sup>

Mahasiswa Terlibat : Diajeng Prameswari <sup>4)</sup>

Sumber dana : BOPTN 2013

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

<sup>2)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

<sup>3)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

<sup>4)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

## **Abstrak**

Telah dirancang sebuah sistem polarizer untuk pengukuran kadar sukrosa nira tebu. Sebelumnya sistem tersebut dikalibrasi dengan pengukuran intensitas fotometer sebagai fungsi konsentrasi sukrosa standart. Setelah proses kalibrasi beberapa sampel nira tebu diuji untuk diketahui kadar sukrosanya. Gula (sukrosa) termasuk zat optis aktif yang dapat memutar bidang polarisasi dari cahaya. Perubahan nilai dari kadar gula (sukrosa) dilakukan dengan mengukur perubahan intensitas cahaya dan sudut bidang polarisasi yang dihasilkan. Dari data yang diperoleh akan dianalisis hubungan antara kadar sukrosa dalam nira dengan intensitas luaran dan hubungan antara kadar sukrosa dalam nira dengan sudut putar bidang polarisasi ( $\theta$ ).

Dari hasil penelitian diperoleh sudut polariser maksimum sekitar  $10^0$  sampai  $40^0$  pada konsentrasi 1% -5%. Data standarisasi dengan konsentrasi kecil (1% sampai 5%) hal ini dilakukan menyesuaikan dengan sampel nira yang akan diukur nanti. Sampel perahan nira di beri kode (A,B,C,D). pengukuran dilakukan pada konsentrasi nira 2% dan 4 %, Pengukuran dilakukan pada konsentrasi tersebut agar terdeteksi intensitas cahaya yang melalui larutan nira yang akan diukur sehingga didapat nilai sudut polarisernya. Hasil pengukuran diperoleh data sudut polariser sekitar  $20^0$ -  $25^0$  untuk konsentrasi 2% dan sudut polariser antara  $30^0$ - $35^0$  pada konsentrasi 4% dari tiap intensitas maksimumnya.

Kata kunci : *sukrosa, gula, nira, tebu, sudut polariser*

## EXECUTIVE SUMMARY

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

Peneliti : Mutmainnah <sup>1)</sup>, Imam Rofi'i <sup>1)</sup>, Endah Purwandari <sup>1)</sup>  
Mahasiswa Terlibat : Diajeng Prameswari <sup>4)</sup>  
Sumber dana : BOPTN 2013  
Kontak email : [mut\\_miannah@telkom.net](mailto:mut_miannah@telkom.net)  
Desiminasi : Belum ada.

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

<sup>2)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

<sup>3)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember

<sup>4)</sup>Jurusan 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<sup>1)</sup>. 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 industri<sup>5)</sup>.

Salah satu factor penentu mutu rendemen tebu adalah kadar sukrosa dalam tebu. Penelitian yang sudah dilakukan oleh Ferlinda tahun 2011 dengan menggunakan instrumentasi *Portable Brix Meter* yaitu mengukur sudut putar pada sampel larutan sukrosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) yang dianalisis untuk menentukan polaritas suatu larutan. Bahan yang digunakan adalah larutan gula cair, madu, gula rendah kalori, dan gula pasir pada konsentrasi 1% sampai 10%.<sup>2)</sup>. Pengukuran kandungan sukrosa (gula) dalam nira tebu oleh pabrik gula dengan menggunakan polarimeter dan Brix-

water masih dilakukan secara manual yang datanya masih mempunyai rentang yang lebar, sehingga data yang dihasilkan memiliki ketidakpastian tinggi. Dengan demikian perlu perancangan sistem polariser dengan penggunaan laser HeNe untuk mengukur kadar gula (sukrosa) yang mempunyai manfaat sangat bagus karena hal ini digunakan untuk meneliti tingkat perubahan kadar yang sangat kecil untuk gula (sukrosa) dalam larutan pada saat masih dalam proses di industry. Adapun rumusan masalahnya adalah bagaimana mendisain dan mengembangkan system polariser, yang diaplikasikan untuk mengukur kadar sukrosa nira tebu.

Sifat aktif optik suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk memutar bidang polarisasi. Dengan menggunakan sistem polariser kemampuan putar bidang polarisasi bahan diperoleh dengan mengukur sudut polarisasi pada analisisnya. Kemudian dengan memanfaatkan nilai sifat aktif optik ini 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<sup>31</sup>. 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<sup>41</sup>. Sehingga dengan sistem polariser yang diaplikasikan untuk mengukur kadar sukrosa (gula) nira tebu diperoleh pengukuran yaitu sudut putar bidang polarisasi ( $\theta$ ) dengan intensitasnya serta sudut putar bidang polarisasi ( $\theta$ ) tersebut dengan kadar sukrosanya. Besar perputaran bidang polarisasi ( $\theta$ ) dapat digunakan untuk menentukan kadar sukrosa nira tebu.

## **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan 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 pertama pada penelitian ini adalah merancang sebuah sistem polariser yang diaplikasikan untuk mengukur kadar sukrosa (gula) nira tebu saat masih dalam proses di industri. Pada penelitian ini diperoleh pengukuran optimal yaitu hubungan antara kadar sukrosa

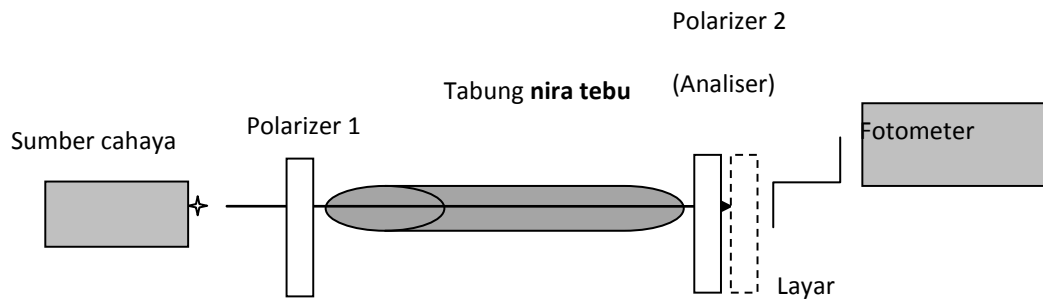
nira tebu dengan sudut putar bidang polarisasi ( $\theta$ ), dan dengan intensitasnya. Besar perputaran bidang polarisasi ( $\theta$ ) dapat digunakan untuk menentukan kadar sukrosa dalam nira.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Tahap pertama dilakukan penyusunan peralatan pengukuran konsentrasi sukrosa dalam nira tebu pada Gambar 1, kemudian dilakukan standarisasi atau kalibrasi metode pengukuran. Untuk melakukan proses kalibrasi ini maka dilakukan pengukuran intensitas fotometer sebagai fungsi konsentrasi sukrosa maupun sebagai fungsi sudut polariser, seperti pada Gambar 1. Sukrosa yang akan digunakan untuk proses kalibrasi diperoleh dari industri yang sudah standart. Data yang diambil pada proses kalibrasi adalah beberapa intensitas sebagai fungsi sudut antara polarizer dan analyzer yang melewati larutan sukrosa. Hasilnya adalah hubungan antara sudut intensitas maksimum fotometer sebagai fungsi sudut polariser dan sebagai fungsi kadar sukrosa.

Setelah dilakukan kalibrasi langkah selanjutnya adalah penerapan metode pengukuran sistem polarizer untuk menentukan kadar sukrosa nira tebu yang diperoleh masih dalam proses industri. 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 diletakkan dalam kolom, seperti pada Gambar 1 yang sebelumnya sampel tersebut di encerkan (2% dan 4%) agar intensitas laser terbaca oleh photodetektor. Posisi sumber laser HeNe diletakkan pada bangku laser dan meletakkan polariser pada holder di depan laser sehingga berkas laser dapat melewati polariser dan mengarahkan sudut  $0^\circ$  polariser vertikal ke atas. Kemudian analiser diletakkan pada holder dan mengarahkan sudut  $0^\circ$  analiser sejajar dengan polariser. panjang kolom larutan (cm) diletakkan diantara polariser dan analiser kemudian menyalakan sinar laser HeNe sehingga teramati intensitas yang terukur. Mengisi wadah kolom dengan beberapa sampel nira tebu, tiap sampel akan terukur intensitasnya dengan memutar analiser sampai terukur intensitas maksimum, sedangkan sudut putar polarizer akan dicatat dan bersesuaian dengan kadar sukrosa

dalam nira tersebut. Data-data dari beberapa sampel nira tebu akan dicatat dalam suatu tabel.

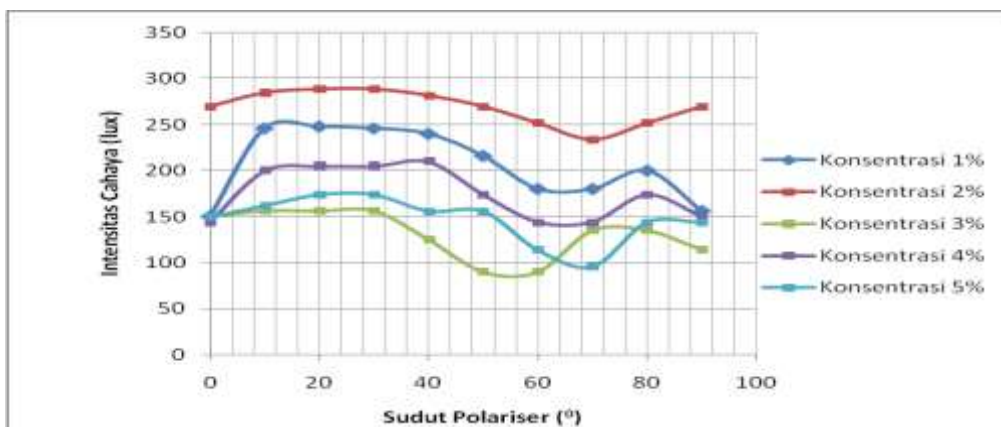


Gambar 1 Skema sistem polariser untuk aplikasi penentuan kadar gula

Dari data yang diperoleh dianalisis hubungan antara kandungan sukrosa dalam nira dengan sudut polariser, sudut polariser diperoleh dari intensitas maksimumnya pada tiap sampel nira, sehingga diperoleh hubungan antara kadar sukrosa dalam nira ( $c$ ) dengan sudut putar bidang polarisasi ( $\theta$ )

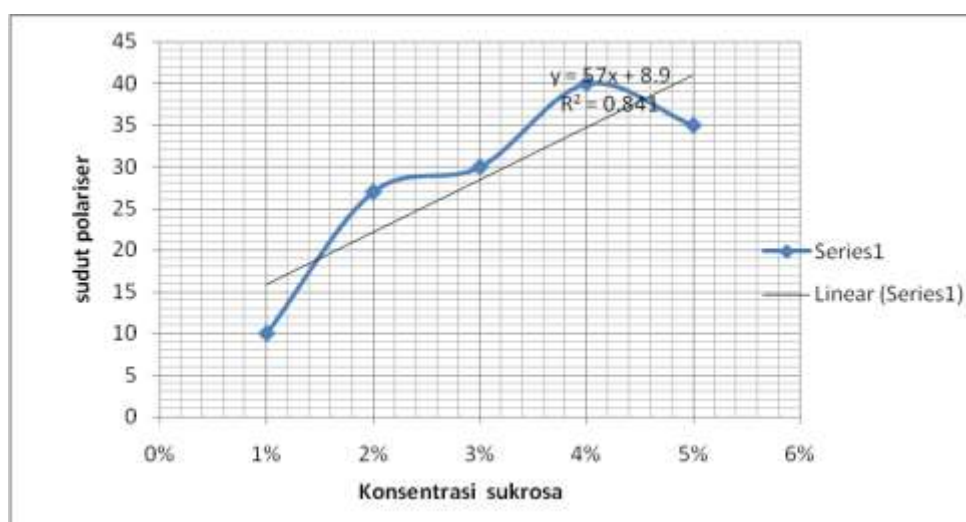
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penyusunan peralatan pengukuran konsentrasi sukrosa dalam nira tebu seperti Gambar 1 pada metode, serta telah dilakukan standarisasi atau kalibrasi metode pengukuran pada set alat tersebut. Untuk proses kalibrasi ini dilakukan pengukuran intensitas fotometer sebagai fungsi konsentrasi sukrosa. Sukrosa yang akan digunakan untuk proses kalibrasi diperoleh dari industri yang sudah standart yaitu 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 sudut polariser sebagai fungsi kadar sukrosa standart. Data awal yang akan diambil pada proses kalibrasi adalah intensitas sebagai fungsi sudut antara polarizer dan analyzer yang melewati larutan tiap konsentrasi sukrosa. Hasilnya adalah hubungan antara sudut polariser terhadap intensitas fotometer sebagai fungsi kadar sukrosa. Hal ini ditunjukkan pada gambar 2.



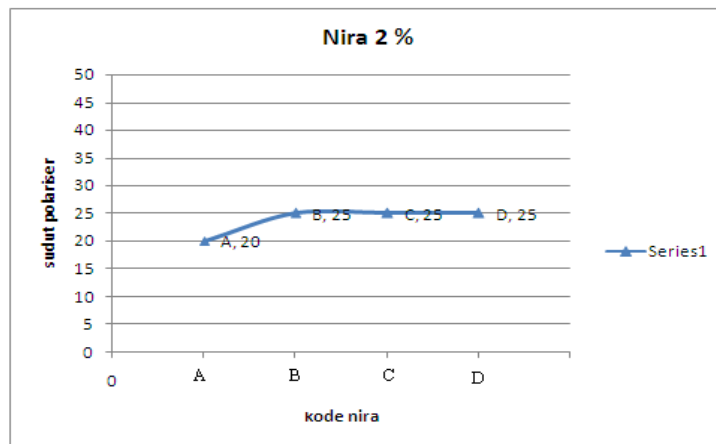
Gambar .2 Grafik intensitas cahaya vs sudut polariser dari berbagai konsentrasi sukrosa standart

Pengambilan data standarisasi konsentrasi kecil ( 1% sampai 5%) hal ini karena berhubungan dengan observasi awal intensitas cahaya laser yang melalui perahan nira pertama (sudah disaring) dari petani maupun pabrik, akan tedeteksi intensitas cahayanya setelah melalui larutan tersebut jika sekitar konsentrasi tersebut. Dari grafik diatas terlihat sudut polariser maksimum sekitar  $10^0$  sampai  $40^0$ , sehingga dapat di buat grafik hubungan kadar sukrosa standart dengan sudut polariser ( pada intensitas maksimumnya) yang ditunjukkan pada gambar 3

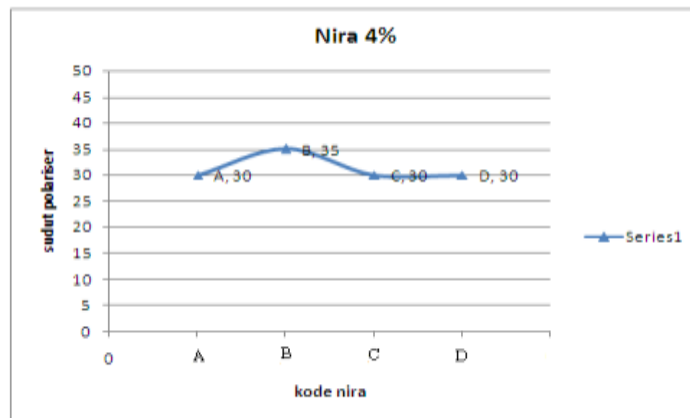


Gambar 3 Grafik hubungan kadar sukrosa standart dengan sudut polariser maksimum.

Setelah dilakukan kalibrasi selanjutnya dilakukan pengukuran sistem polarizer untuk menentukan kadar sukrosa nira tebu yang diperoleh masih dalam proses industri. 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 diletakkan dalam kolom, seperti pada Gambar 1. Pada tahap penelitian ini sampel telah didapatkan dari petani daerah Besuki melalui PG Asembagus, akan tetapi kode pemilik petani dari mana tidak diperkenankan disampaikan pada penelitian ini oleh PG Asembagus, sehingga peneliti memberi kode (A,B,C, D) dengan konsisten perlakuan pengukurannya. Pengukuran dilakukan pada konsentrasi nira 2% dan 4% pada wadah larutan dengan ketebalan 10 cm dengan panjang gelombang laser HeNe tetap yaitu 632, 99nm . Pengukuran dilakukan pada konsentrasi tersebut agar terdeteksi intensitas cahaya yang melalui larutan nira tersebut. Dari hasil pengukuran intensitas maksimum diperoleh data sudut polariser tiap sampel nira. Data sudut polariser tiap sampel nira baik pada sampel 2% maupun 4% tersebut dibuat grafik seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Berbagai perahan nira dengan konsentrasi nira 2% vs sudut polariser



Gambar 5. Berbagai perahan nira dengan konsentrasi nira 4 % vs sudut polariser

Dari data tersebut rentang kadar sukrosa yang mendekati standart pada kode B, C, D untuk konsentrasi 2 % sedangkan pada konsentarsi 4 % sampel nira yang mendekati standart, jika dilihat dari data sudut polariser yang paling tinggi adalah sampel nira B hal ini menunjukkan sampel kode nira B lebih besar kadar sukrosanya dari pada yang lain. Nilai yang diperoleh tidak sama dengan nilai kadar sukrosa standart hal ini disebabkan oleh karena sampel nira masih mengandung air baik karena diencerkan maupun dari sampel bentuk cair. Nilai kadar sukrosa juga tergantung pada umur tanam dan kondisi musim waktu tanam. Hal ini akan dilanjutkan untuk penelitian selanjunya.

## SIMPULAN

Telah didesain aplikasi pengukuran kadar gula (sukrosa) nira tebu dengan sistem polariser . Kadar sukrosa dalam nira dapat ditentukan dengan mengukur sudut polariser yang diperoleh dari tiap intensitas maksimum yang terdeteksi pada photometer. Intensitas sinar laser HeNe terpolarisasi setelah melewati kolom sampel nira dan analiser. Semakin tinggi kadar sukrosa dalam nira membuat sudut pemutaran bidang polarisasi sinar laser HeNe terpolarisasi semakin besar. Kadar sukrosa yang diperoleh pada peneliltian ini yang mendekati satndart pada kode B, C, D untuk konsentrasi 2 % sedangkan pada konsentarsi 4 % sampel nira yang mendekati standart adalah sampel nira B.

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



## REFERENSI

1. Apriyantono A. 2005. *Prospek Dan Arah Pengembangan Agribisnis Tebu*, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta
2. Ferlinda. F.F, 2011,. *Analisis Sudut Putar Jenis Pada Sampel Larutan Sukrosa Menggunakan Portable Brix Meter* Universitas Diponegoro Semarang
3. Giancoli, D. 1985. *Physics 2nd edition: Principles and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
4. Soedjojo, P. 1992. *Azas Ilmu Fisika jilid 3: Optika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
5. Wibowo R. 2010. *Strategi Pengembangan Dan Program Revitalisasi Agroindustri Tebu di Indonesia*. Univesitas Jember

