

## DESAIN REFRAKTOMETER PRISMA UNTUK PENGUKURAN KADAR GULA BERDASARKAN PERUBAHAN SUDUT PUNCAK SECARA TERKOMPUTERISASI

Misto<sup>1)</sup>, Tri Mulyono<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Jember

email: [misto.fmipa@unej.ac.id](mailto:misto.fmipa@unej.ac.id), [tmulyono@gmail.com](mailto:tmulyono@gmail.com)

### *Abstract*

*A refractometer as a measure of precision solution, has been rapidly developed, based on the diversity of optical properties of the solution in the field which provides information about the concentration of the solution. In this paper, we present the use of a refractory prism which acts on the change of the peak angle of the prism by using a 455nm light source to predict the sugar concentration in the solution. Some optimistic initial results have been obtained for the prediction of sugar content in water varies from 0 to 60%. The results also emphasize the importance of calibration schemes.*

**Keywords:** *Solution, concentration, prism, optical properties, light source*

### 1. PENDAHULUAN

Sistem pengukuran kadar gula dalam bidang pertanian tebu dituntut untuk memberikan sumbangan pada tuntutan efisiensi dan biaya murah untuk meningkatkan produktivitas. Untuk mendapatkan nilai ukur yang presisi dengan unjuk respon yang lebih baik pada pengukuran konsentrasi pada larutan di bidang pertanian, diperlukan pemilihan parameter fisis sesuai untuk sampel yang transparan yaitu sifat optik, sehingga hasil pengukuran didapat dengan cepat dan murah (van Vuuren et al., 2006).

Aplikasi prisma untuk dengan sumber laser berpotensi untuk bisa mengukur konsentrasi gula melalui pengamatan indeks bias dari larutan cairan tebu. Selanjutnya, hasilnya bisa sangat akurat seperti yang ditunjukkan Viscarra Rossel dan McBratney (2008) dalam tinjauan mereka. Sayangnya, pendekatan konfigurasi sinar dalam larutan pada prisma yang selama ini digunakan untuk pengukuran kadar gula ini menggunakan pengamatan sudut deviasi minimum yang memerlukan pengaturan kesimetrian sinar datang dan sinar bias

sebagaimana digarisbawahi oleh Vuuren et al. (2006).

Refraktometer prisma dengan sumber laser telah digunakan di bidang pertanian untuk pengukuran kadar gula/rendemen tebu di sawah atau di pabrik gula (Ben-Dor dan Banin, 1995; Faraji et al., 2004; Mohan et al., 2005) dan telah terbukti sebagai alat yang cepat dan mudah digunakan di lapangan. Hasil pengukurannya yang telah dikalibrasi dengan laser hijau meliputi penentuan kadar gula melalui pengukuran indeks bias. Bekerjanya di daerah sinar hijau 455 nm yang tampak sangat cerah geometri perjalanan berkas sinarnya dalam sampel larutan gula dalam prisma. Metode pengukuran refraktometer prisma ini menggunakan perubahan sudut puncak prisma dengan sudut datang dan sudut bias dibuat sama sehingga kesimetrisan berkas sinar teta terjaga sehingga persamaan

$$n = \frac{\sin[(A + D)/2]}{\sin(A/2)} \quad (1)$$

tetap bisa diberlakukan. Dengan A dan D masing-masing menyatakan sudut puncak prisma dan sudut deviasi minimum. Pengaturan berikut adalah merubah besarnya sudut puncak untuk mendapatkan nilai pengukuran sinar oleh fotodioda maksimum. Harga maksimum yang ditunjukkan oleh pengukuran fotodioda menunjukkan harga pengukuran sesuai dengan nilai sudut puncak prisma yang digunakan. Salah satu keuntungan menarik dari refraktometer ini adalah bahwa ukurannya agak kecil sehingga bisa muat dengan medan-portable (Christy, 2008).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan kegunaan refraktometer prisma dengan metode perubahan sudut puncak prisma dalam menentukan konsentrasi larutan gula cairan tebu. Skema dibahas dalam kaitannya dengan pengukuran sampel untuk memprediksi rendemen gula.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Persiapan Sampel

Tiga puluh sampel larutan gula dengan konsentrasi 0-60% berat, dipersiapkan untuk penelitian sebagai kalibrasi. Kemudian sampel yang kedua adalah larutan gula yang diambil dari nira tebu untuk diambil sebagai pengukuran lapangan.

### 2.2 Persiapan Alat

Alat pengukur yang disiapkan terdiri wadah prisma terbuat dari bahan transparan kaca berukuran prisma sama sisi dengan panjang sisi masing-masing 8 cm. Sumber laser jenis warna hijau dengan panjang gelombang 455 nm, berdaya 2 mW. Sensor cahaya terdiri dari pin fotodioda bpw 34 yang mempunyai daerah pengukuran lebar di daerah sinar tampak dan peak response di daerah panjang gelombang 550 nm. Pengukuran sudut dilakukan menggunakan kamera Webcam yang terhubung ke komputer. Pengolahan data menggunakan software Lab view.

### 2.3 Metode Pengukuran

Pengukuran konsentrasi/kadar gula larutan dari sampel untuk kalibrasi dilakukan dengan membuat larutan yang mengandung kadar gula mulai dari 0-60% berat gula dalam larutan. Sampel ini dibuat dengan mencampur sukrosa (gula tebu) dengan aquades dengan perbandingan gula seperti di atas. Untuk mengukur indeks sampel digunakan brixmeter. Kemudian sampel diletakkan pada wadah sampel dan sinar laser dengan sudut tertentu diarahkan pada wadah berikut fotodetektor sudah dipasang di sisi lain dengan sudut yang sama. Dengan bantuan Webcam dipersiapkan untuk pengukuran sudut puncak prisma. Nilai sudut yang terukur ketika nilai ukur tegangan (konversi sinar ke tegangan oleh foto dioda) menunjukkan harga maksimum. Perubahan sudut puncak diatur menggunakan motor yang *on-off* nya diatur oleh komputer. Pengukuran dibuat dalam tiga ulangan.

Hasil pengukuran dari masing-masing sampel yang telah dibuat digunakan sebagai pembandingan. Model kalibrasi ini hanya berlaku pada panjang gelombang sinar yang digunakan (455 nm) yang digunakan untuk pengukuran berikutnya. Hasil pengukuran pengukuran sampel berikutnya dilanjutkan dengan menggunakan sampel nira tebu. Data yang diperoleh dikoleksi untuk ditampilkan dalam bentuk grafik. Analisa diperlukan melalui perbandingan hasil pengukuran kadar nira dengan sampel kalibrasi. Variabel pengukurannya adalah konsentrasi (kadar), sudut puncak, sudut bias minimum, dan indeks bias.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengukuran terhadap sampel kalibrasi dan sampel nira diperoleh hasil berikut :

Tabel 1. Harga Kadar Sukrosa dan Indeks Bias

| No. | Kadar sukrosa (%) berat | Indeks bias |
|-----|-------------------------|-------------|
| 1.  | 0                       | 1,332       |
| 2.  | 5                       | 1,338       |
| 3.  | 10                      | 1,342       |
| 4.  | 15                      | 1,351       |
| 5.  | 20                      | 1,358       |
| 6.  | 25                      | 1,364       |
| 7.  | 30                      | 1,371       |
| 8.  | 35                      | 1,375       |
| 9.  | 40                      | 1,384       |
| 10. | 45                      | 1,408       |
| 11. | 50                      | 1,420       |
| 12. | 55                      | 1,429       |
| 13. | 60                      | 1,442       |

Hasil pengukuran konsentrasi sukrosa dan indeks biasnya seperti terlihat pada tabel 1 di atas. Dari tabel di atas menunjukkan bahwa makin besar konsentrasi gula makin besar indeks biasnya. Kemudian sampel ditaruh pada alat pengukur yang telah dibuat (refraktometer). Hasilnya seperti pada tabel 2 berikut;

Tabel 2. Pengukuran Sudut deviasi dan Sudut Puncak Prisma

| No. | Sudut Deviasi Minimum(°) | Indeks Bias (dalam rentang) | Sudut Puncak Prisma (°) |
|-----|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1.  | 10,0                     | 1,332-1,442                 | 53,2-41,6               |
| 2.  | 12,5                     | 1,332-1,442                 | 63,9-49,9               |
| 3.  | 15,0                     | 1,332-1,442                 | 70,6-57,1               |
| 4.  | 17,5                     | 1,332-1,442                 | 76,8-63,1               |
| 5.  | 20,0                     | 1,332-1,442                 | 82,0-68,5               |
| 6.  | 22,5                     | 1,332-1,442                 | 86,3-72,9               |
| 7.  | 25,0                     | 1,332-1,442                 | 90,1-77,0               |
| 8.  | 27,5                     | 1,332-1,442                 | 92,1-79,5               |
| 9.  | 30,0                     | 1,332-1,442                 | 94,0-81,9               |
| 10. | 32,5                     | 1,332-1,442                 | 95,4-83,8               |

Hasil pengukuran sudut puncak sesuai dengan indeks bias sukrosa seperti pada tabel di atas menunjukkan makin tinggi konsentrasi makin tinggi besar sudut puncak prisma. Hasil ini telah menunjukkan bahwa jenis kalibrasi dan penggunaan deteksi konsentrasi kandungan gula pada larutan memiliki dampak penting pada validitas prediksi kadar larutan nira di

lapangan dengan teknologi refraktometer prisma. Harga indeks bias dipilih dalam rentang sehingga sudut puncak yang dihasilkan juga dalam rentang. Ketidaklinieran indeks bias di daerah (40-50) % ditunjukkan besarnya nilai perubahan konsentrasi untuk setiap perubahan indeks bias yang membesar. Perbedaan Antara hasil dua kalibrasi tersebut bisa dijelaskan sebagai berikut. Skema validasi skema pertama terdiri dari sampel yang terletak di tepi area yang diteliti, dan tidak termasuk dalam area yang dikalibrasi. Di samping itu, sampel validasi dari skema kedua tersebar di seluruh area dan oleh karena itu termasuk dalam area kalibrasi.

Semua sampel yang dianalisis untuk semua indeks biasnya dan oleh karena itu dikeluarkan dari sampel database dalam komputer. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini bersifat pendahuluan dan dapat ditingkatkan. Semua sampel tampaknya cukup untuk pekerjaan itu karena sebagian besar sampel penelitian yang diamati. Beberapa sampel yang tampaknya jauh dari garis regresi akan segera dianalisis ulang, dipindai sekali lagi dan kemudian dimasukkan kembali ke dalam model kalibrasi. Penulis telah mencoba menambahkan beberapa sampel lagi ke model (tapi sayangnya dari bidang keahlian lainnya) dengan peningkatan hasil prediksi yang besar kecuali untuk pengukuran di lapangan .

Namun demikian, hasil kami untuk kadar gula di lapangan secara terkomputerisasi masih memungkinkan dengan meminimalisasi ukuran alat pengukuran secara keseluruhan. , Penelitian didasarkan pada sampel dari area di pabrik gula atau perkebunan tebu yang jauh lebih luas. Karya ini juga merupakan langkah pertama menuju analisis in situ dengan refraktometer prisma berdasarkan perubahan sudut puncak.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam pandangan hasil kami, refraktometer prisma adalah metode yang sederhana dan tidak merusak yang dapat digunakan untuk memprediksi kadar gula larutan tebu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa:

Refraktometer prisma adalah metode yang sesuai untuk memperkirakan kadar gula larutan tebu, bisa terhubung dengan komputer tersedia;

## 5. REFERENSI

- [1] Ben-Dor E., Banin A., 1995. *Near-Infrared analysis as a rapid method to simultaneously evaluate several soil properties*. Soil Sci. Soc. Am., 59: 364-72.
- [2] Chang C.W., Laird D.A., 2002. *Near-infrared reflectance spectroscopy analysis of soil C and N*. Soil Sci., 167: 110-116.
- [3] Chang C.W., Laird D.A., Mausbach M.J., Hurburgh C.R., 2001. *Near-Infrared Reflectance Spectroscopy-Principal Component Regression Analyses of Soil Properties*. Soil Sci. Soc. Am. J., 65: 480-490.
- [4] Christy C.D., 2008. *Real-time measurement of soil attributes using on-the-go near infrared reflectance spectroscopy*. Comput. Electron. Agric., 61: 10-19.
- [5] Dardenne P., Sinnaeve G., Baeten V., 2000. *Multivariate calibration and chemometrics for near infrared spectroscopy: which method?* J. Near Infrared Spec., 8: 229-237.
- [6] Dunn B.W., Beecher H.G., Batten G.D., Ciavarella S., 2002. *The potential of near-infrared reflectance spectroscopy for soil analysis — a case study from the Riverine Plain of southeastern Australia*. Austr. J. Exp. Agric., 42: 607-614.
- [7] Faraji H., Crowe T., Besant R., Sokhansanj S., Wood H., 2004. *Prediction of moisture content of potash fertilizer using NIR spectroscopy*. Biosyst. Eng., 46: 3.45-3.48.
- [8] P., Garrett R.G., Reimann C., 2005. *Multivariate outlier detection in exploration geochemistry*. Comput. Geosci., 31: 579-587.
- [9] Mevik B-H., Wehrens R., 2007. *The plsPackage: Principal Component and Partial Least Squares Regression in R.J.* Stat. Software, 18: 1-24.
- [10] Mohan L.A., Karunakaran C., Jayas D.S., White N.D.G., 2005. *Classification of bulk cereals using visible and NIR reflectance characteristics*. Canad. Biosyst. Eng., 7: 7.7-7.14.
- [11] Naes T., 1987. *The design of calibration in near infrared reflectance analysis by clustering*. J. Chemometr., 1: 121-134.
- [12] Van Vuuren J.A.J., Meyer J.H. Claassens A.S., 2006. *Potential Use of Near Infrared Reflectance Monitoring in Precision Agriculture*. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 37: 2171-2184.
- [13] Velasquez E., Lavelle P., Barrios E., Joffre R., Revers F., 2005. *Evaluating soil quality in tropical agroecosystems of Colombia using NIRS*. Soil Biol. Biochem., 37: 889-898.
- [14] Viscarra Rossel R.A., McBratney A.B., 2008. *Diffuse Reflectance Spectroscopy as a Tool for Digital Soil Mapping*. 165-72.
- [15] A.E., McBratney A.B., Mendonça Santos L., *Digital soil mapping with limited data. Developments in Soil Science series*. Elsevier Science, Amsterdam.