

Aplikasi Portable Brix Meter untuk Pengukuran Indeks Bias

Eko Hidayanto*, Abdul Rofiq dan Heri Sugito

Jurusan Fisika Universitas Diponegoro Semarang

*Korespondensi penulis: Tel. 081228237373 Email: ekohidayanto@undip.ac.id

Abstract

Measurement of concentration of sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) solution using Portable Brix Meter was analyzed to determine its refractive index using Abbe refractometer. The materials used are sucrose solution with a concentration of 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% and 40%, and samples fruits of pear, watermelon, orange, apple and melon and others. The concentration of sucrose solution is proportional to the refractive index. The increase of concentration of sucrose solution will increase the refractive index. Correlation between the concentration of sucrose solution with refractive index is expressed by the equation $n = 0.01C + 1.296$, Refractive index of sucrose solution can be determined from its concentration.

Keywords: sucrose solution, concentration, refractive index, portable brix meter

Abstrak

Pengukuran konsentrasi larutan sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) menggunakan Portable Brix Meter telah dianalisis untuk menentukan indeks bias dengan refraktometer Abbe. Bahan yang digunakan adalah larutan sukrosa pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40% dan sampel buah pir, semangka, jeruk, apel dan melon dan sampel yang lain. Besarnya konsentrasi larutan sukrosa sebanding dengan indeks biasnya. Semakin besar konsentrasi larutan sukrosa, semakin besar pula indeks biasnya. Korelasi antara konsentrasi larutan sukrosa C dengan indeks bias dinyatakan dengan persamaan $n = 0,01C + 1,296$ Indeks bias larutan sukrosa dapat ditentukan dari konsentrasinya.

Kata kunci: larutan sukrosa, konsentrasi, indeks bias, portable brix meter

PENDAHULUAN

Indeks bias merupakan salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari medium suatu bahan. Nilai indeks bias ini banyak diperlukan untuk menginterpretasi suatu jenis data spektroskopi [1]. Indeks bias dari suatu bahan atau larutan merupakan parameter karakteristik yang sangat penting dan berkaitan erat dengan parameter-parameter lain seperti temperatur, konsentrasi dan lain-lain yang sering dipakai dalam optic, kimia dan industry obat-obatan [2-4]. Indeks bias juga berperan penting dalam beberapa bidang diantaranya dalam teknologi film tipis dan fiber optik. Dalam bidang kimia, indeks bias dapat digunakan untuk

mengetahui konsentrasi dan komposisi larutan, untuk menentukan kemurnian dan kadaluarsa dari oli [5], untuk menentukan kemurnian minyak goreng [6].

Indeks bias suatu larutan dapat diukur dengan menggunakan beberapa metode antara lain dengan metode interferometri seperti interferometri Mach-Zender, interferometri Fabry-Perot dan interferometri Michelson [7], menggunakan spektrometer dan refraktometer. Pengukuran menggunakan metode tersebut cenderung rumit dan memakan waktu yang lama sehingga dibutuhkan suatu alat yang dapat mengukur indeks bias secara mudah dan cepat.

Refraktometer bekerja menggunakan prinsip pembiasan cahaya ketika melalui suatu larutan. Ketika cahaya datang dari udara ke dalam larutan maka kecepatannya akan berkurang. Fenomena ini terlihat pada batang yang terlihat bengkok ketika dicelupkan ke dalam air. Refraktometer memakai prinsip ini untuk menentukan jumlah zat terlarut dalam larutan dengan melewatkan cahaya ke dalamnya [8]. Sumber cahaya ditransmisikan oleh serat optic ke dalam salah satu sisi prisma dan secara internal akan dipantulkan ke interface prisma dan sampel larutan. Bagian cahaya ini akan dipantulkan kembali ke sisi yang berlawanan pada sudut tertentu yang tergantung dari indeks bias larutannya [9].

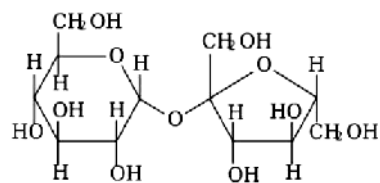
Metode analisis kuantitatif refraktometrik pada berbagai media cair berkembang lebih pesat dan lebih luas, menggantikan metode yang volumetrik dan gravimetri yang lebih banyak memakan waktu dan kurang akurat. Refraktometer modern berbeda-beda antara satu dengan yang lain dalam berbagai aspek jangkauan pengukuran, tingkat akurasi, metode yang digunakan untuk merekam pergeseran cahaya, metode pengukuran indeks bias, sifat dari sumber cahaya, pembuatan perangkat sampling dan pengukuran sel, dll [10].

Indeks bias mutlak suatu medium adalah rasio dari kecepatan gelombang elektromagnetik dalam ruang hampa dengan kecepatannya dalam media tersebut. Indeks bias relatif adalah rasio dari kecepatan cahaya dalam satu medium ke dalam medium lain yang berdekatan. Refraksi terjadi pada semua jenis gelombang tetapi umumnya terjadi pada gelombang cahaya. Indeks bias medium memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda. Suatu efek yang dikenal sebagai dispersi, memungkinkan prisma memisahkan cahaya putih menjadi warna penyusunnya. Untuk warna tertentu, indeks bias medium

bergantung pada kerapatan medium, yang juga merupakan fungsi dari konsentrasi [11].

Nilai indeks bias refraktometer, juga dikenal sebagai nilai Brix (BV), adalah konstan untuk suatu zat pada kondisi suhu dan tekanan standar [12,13]. BV, ukuran total padatan terlarut dalam larutan, berkorelasi erat dengan fraksi molar komponen [12,13]. BV telah banyak digunakan untuk menentukan konsentrasi zat-zat seperti obat-obatan, makanan, jus buah, formula diet, dan larutan nutrisi parenteral. [14-21]. Chong dkk [22] menggunakan Long-periode grating (LPGs) untuk mengukur sensitifitas indeks bias pada suhu kamar dengan menggunakan tiga jenis larutan: garam, gula dan etilena glikol.

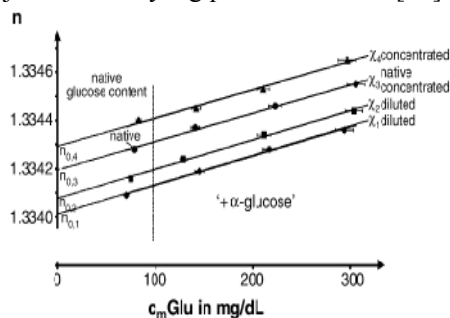
Sukrosa merupakan senyawa heterodisakarida yaitu hasil dari penggabungan dua buah unit karbon monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa [23]. Sukrosa juga merupakan senyawa non-ionik dalam bentuk bebas dan mempunyai sifat pengemulsi (*emulsifying*), pembusaan (*foaming*), deterjensi (*detergency*) dan pelarutan (*solubizing*) yang sangat baik [24].



Gambar 1. Struktur kimia dari sukrosa [23]

Sebuah parameter yang cocok untuk mendeteksi kandungan glukosa dalam cairan tubuh adalah indeks bias optik, suatu penentuan refraktometrikal kandungan glukosa dari suatu larutan air murni dengan teknik yang sederhana dan memungkinkan pengukuran secara langsung. Pada pengukuran cairan tubuh (dengan komponen tambahan bobot rendah dan makromolekul), teknik ini

tidak memerlukan langkah-langkah tambahan tertentu selama persiapan/preparasi sampel [25]. Pengukuran indeks bias madu dengan metode analisis kadar lemak (AOAC) dibuat secara langsung tanpa perlakuan awal sampel. menggunakan untuk sampel cair, translucent dan kental dalam jumlah kecil yang padat tidak larut [26].



Gambar 2. Ketergantungan antara indeks bias (n) pada insulin yang diencerkan dengan konsentrasi glukosa pada sampel darah asli dan serum darah non-diabetes (c_mGlu) dalam mg/dL [25].

Portable Brix Meter mempunyai manfaat selain dari sekedar sebagai alat untuk menentukan konsentrasi saja, salah satunya dapat digunakan untuk memprediksi viskositas larutan [27]. Bagaimana *Portable Brix Meter* ini digunakan untuk memprediksi indeks bias akan diselidiki dalam penelitian ini.

Portable Brix Meter merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur besarnya konsentrasi larutan yang terkandung di dalam suatu larutan. Satuan skala pembacaan *Portable Brix Meter* adalah %Brix. Brix adalah zat padat kering yang terlarut dalam suatu larutan yang dihitung sebagai sukrosa. Brix juga dapat didefinisikan sebagai prosentase massa sukrosa yang terkandung di dalam massa larutan sukrosa. Sedangkan massa larutan sukrosa adalah massa sukrosa yang ditambah dengan massa pelarutnya.

TATA KERJA DAN CARA PENELITIAN

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah larutan sukrosa yang dibuat pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40%. Kemudian larutan sukrosa yang telah dibuat ini diukur lagi konsentrasinya dengan menggunakan *Portable Brix Meter*. Spesifikasi dari alat ini terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Brix meter

Resolution	0.1 Brix %
Precision	± 0.2 Brix %
Measuring range	0 - 60 Brix %
Temperature range	10 - 70°C
Temperature	Built-in
Display	Brix %

Sedangkan indeks biasanya diukur menggunakan refraktometer Abbe. Bahan lain yang digunakan adalah sampel buah-buahan antara lain semangka, jeruk, apel, melon dan pir serta beberapa sampel lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran konsentrasi dan indeks bias pada larutan sukrosa dan beberapa sampel buah disajikan pada tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Pengukuran konsentrasi dan indeks bias larutan sukrosa

Konsentrasi (%)		Indeks bias
PL	PBM	
5	4,53	1,341
10	9,59	1,392
15	14,49	1,442
20	19,88	1,495
25	25,07	1,547
30	29,84	1,595
35	34,80	1,643
40	40,30	1,701

PL adalah pengukuran konsentrasi secara langsung ketika pembuatan larutan, dan PBM merupakan pengukuran dengan Portable Brix Meter.

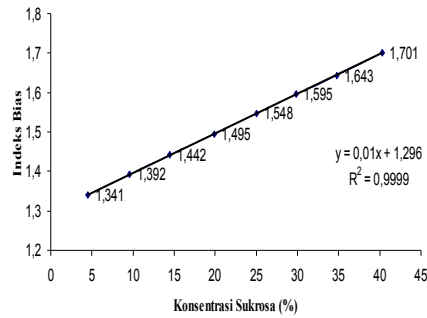
Tabel 3. Pengukuran konsentrasi dan indeks bias pada beberapa sampel buah.

Sampel buah	Konsentrasi (% Brix)	Indeks Bias
Melon	05,29	1,350
Pir	11,08	1,406
Apel	11,90	1,419
Jeruk	12,19	1,426
Semangka	13,12	1,433

Tabel 4. Pengukuran konsentrasi dan penghitungan indeks bias pada beberapa sampel.

Sampel	Konsentrasi (% Brix)	Indeks Bias
Minuman berkalori	6,7	1,363
Jus jeruk	11,5	1,411
Jus apel	10,7	1,403
Susu berlemak rendah	10,7	1,403
Minuman beralkohol	25,2	1,548
Bumbu masak	37,8	1,675

Dari tabel 2, 3 dan 4 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi, semakin besar pula indeks biasnya. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan laju cahaya ketika melewati larutan sukrosa. Cahaya yang melewati suatu materi akan mengalami interaksi dengan molekul-molekul dan atom-atom dari materi tersebut. Hubungan antara konsentrasi dengan indeks bias pada larutan sukrosa ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi terhadap indeks bias pada larutan sukrosa

Dari gambar 3 tersebut, hubungan antara konsentrasi dengan indeks bias dapat dinyatakan sebagai:

$$n = 0,01C + 1,296$$

dengan C menunjukkan konsentrasi dan n merupakan indeks biasnya.

Molekul-molekul dan atom-atom yang terkandung di dalamnya akan menyerap dan meradiasi ulang cahaya tersebut pada frekuensi yang sama tetapi laju gelombangnya berbeda. Cahaya yang diradiasikan kembali oleh molekul-molekul dan atom-atom tersebut mengalami ketertinggalan fase dibandingkan dengan gelombang datang, sehingga dalam waktu yang sama gelombang yang dilewatkan tidak berjalan di dalam medium sejauh gelombang datang aslinya sehingga kecepatan gelombang yang dilewatkan lebih kecil dari pada kecepatan gelombang datang. Semakin besar konsentrasi larutan, maka semakin besar pula jumlah molekul dan atomnya yang berinteraksi dengan gelombang cahaya, sehingga ketertinggalan fase yang dialami oleh gelombang datang semakin besar. Hal ini berarti bahwa laju cahaya semakin kecil seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan.

KESIMPULAN

Besarnya indeks bias larutan sukrosa sebanding dengan konsentrasinya. Semakin besar konsentrasi larutan sukrosa, maka semakin besar pula indeks biasnya, yang dinyatakan dengan persamaan $n = 0,01C + 1,296$. Dengan mengaplikasikan persamaan tersebut indeks bias sampel yang mengandung sukrosa bisa dihitung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shyam Singh, "Refractive Index Measurement and Its Applications", Physics Scripta, Vol. 65 (2002), pp. 167-180.
- [2] N.A. Russo, A.O. Tonso, E.E. Sicre, Opt. Laser Technol. 25 (1993) 109.
- [3] J.E. Geake, C.S. Mill, M.S. Mohammadi, Meas. Sci. Technol. 5 (1994) 531.
- [4] J. Rheims, J. Koser, T. Wriedt, Meas. Sci. Technol. 8 (1997) 601.
- [5] Yunus, W. M.M., Y.W. Fen dan L.M. Yee. *Refractive Index and Fourier Transform Infrared Spectra of Virgin Coconut Oil and Virgin Olive Oil*. American Journal of Applied Sciences. Vol 6. No. 2. (2009) Hal. 328-331.
- [6] Sutiah, 2008. *Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias* (skripsi). Semarang: FMIPA. Universitas Diponegoro.
- [7] Pedrotti, F.L. dan L.S. Pedrotti. 1993. *Introduction to Optics, Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [8] http://www.sperscientific.com/images/broc_pdf/300001-14.pdf (accessed on 19 April 2009)
- [9] <http://www.topac.com/to02006.html> (accessed on 19 April 2009)
- [10] E. S. Aiollo, E. A. Volkova, M. A. Karabegov, Yu. I. Komrakov, and L. V. Nalbandov, *Industrial Refractometers and Methods of Their Testing*, Izmeritel'naya Tekhnika, No. 6, (1970), pp. 55-59.
- [11] Indra Sapkota, Drabindra Pandit, Rajan Prajapati, "Study of concentration dependence of refractive index of liquids using a minimum deviation method", ST.Xavier's Journal of Science, Vol. 1, Issue 1, (2009), pp. 1-4.
- [12] Pomeranz Y, Meloan CE. *Refractometry and polarimetry*. In: Pomeranz Y, Meloan CE, editors. Food analysis. New York: Chapman & Hall; 1994. p. 430-48.
- [13] Bradley RL. Moisture and total solids analysis. In: Nielsen SS, editor. *Introduction to the chemical analysis of foods*. Boston: Jones and Bartlett; 1994. p. 95-111.
- [14] Meyer GE, Novielli KA, Smith JE. *Use of refractive index measurement for quality assurance of pediatric parenteral nutrition solutions*. Am J Hosp Pharm (1987); 44:1617-20.
- [15] Chang WK, Chen MZ, Chao YC. *Use of the refractometer as a tool to monitor dietary formula concentration in gastric juice*. Clin Nutr (2002); 21(6):521-5.
- [16] Chang WK, McClave SA, Chao YC. *Theoretical model using refractometry and a dilution technique to detect residual volume of formula present in a solution*. Gastroenterology (2003); 124(4)(Supp 1):A429.

- [17] Chang WK, McClave SA, Chao YC. *Continuous nasogastric tube feeding: monitoring by combined use of refractometry and traditional gastric residual volume*. Clin Nutr (2004); 23(1):105–12.
- [18] Chang WK, McClave SA, Lee MS, Chao YC. *Monitoring bolus nasogastric tube feeding by the Brix value determination and residual volume measurement of gastric contents*. J Parenter Enteral Nutr (2004); 28:105–12.
- [19] Chang WK, McClave SA, Chao YC. *Enhancing interpretation of gastric residual volume by refractometry*. Nutr Clin Pract (2004); 19(5):455–62.
- [20] Cheung JF, Chong S, Kitrenos JG, Fung HL. *Use of refractometer to detect controlled substance tampering*. Am J Hosp Pharm (1991); 48:1488–92.
- [21] Frankenfield DL, Johnson RE. *Refractometry of controlled substances*. Am J Hosp Pharm (1991); 48:2129–30.
- [22] Joo Hin Chong, Ping Shum, H. Haryono, A. Yohana, M.K. Rao, Chao Lu, Yinian Zhu, *Measurements of refractive index sensitivity using long-period grating refractometer*, Optics Communications 229 (2004) 65–69.
- [23] Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press.
- [24] Purnawati, D. 2006. *Kajian Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Asam Sitrat Terhadap Mutu Sabun Transparan* (Skripsi). Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- [25] Zirk K, Pötzschke H. *On the suitability of refractometry for the analysis of glucose in blood-derived fluids*. Med Eng Phys (2004); 26:473–81.
- [26] C. B. Cano, M. L. Felsner-, J. R. Matos-, R. E. Bruns, H. M. Whatanabe, and L. B. Almeida-Muradian, *Comparison of Methods for Determining Moisture Content of Citrus and Eucalyptus Brazilian Honeys by Refractometry*, Journal of Food Composition And Analysis , (2001) 14, 101-109.
- [27] Hidayanto, E. 2008. *Portable Elemental Analysis for Environmental Samples* (Thesis). Japan: Kyoto University.