

Penentuan Kuantitas Sel *Saccharomyces cerevisiae* dengan Turbidimetri *Quantity Determination of Saccharomyces cerevisiae Cell with Turbidimetry*

Ahmad Syaui^{1*)}

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Islam Malang (UNISMA), Indonesia

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah pertama, mempelajari tingkat kekeruhan yang konsisten bentuk suspensi sel jamur *Saccharomyces cerevisiae* dengan instrumen Turbidimeter. Kedua, mendapatkan kuantitas sel *S cerevisiae* menggunakan instrumen spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 600 nm. Ketiga, mendapatkan sifat linier yang nyata antara jumlah sel *S cerevisiae* dan serapan spektrum tersebut hasil kerja instrumen spektrofotometer dan kuantitas sel dengan kekeruhan pada turbidimeter. Penelitian menggunakan metode eksperimen rancangan acak kelompok. Variabel dalam penelitian terdiri atas: Variabel bebas jumlah padatan tersuspensi yang mempunyai jenis dan tingkat konsentrasi berbeda ditunjukkan kekeruhan (NTU) dan memiliki kriteria pada selang pembacaan %T 20 – 80 spektrum panjang gelombang 600 nm sebagai pemenuhan hukum Lambert-Beer; variabel tergantung yaitu jumlah sel tiap volume. Menggunakan analisis statistik kovariansi untuk menguji konsistensi kelompok ulangan yang masing-masing memiliki hubungan regresi. Percobaan dilakukan dengan replikasi jenis granul sel 2 x 10 kali dan keseluruhan berjumlah 40 unit. Kekeruhan yang ditimbulkan oleh sel *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai karakter konsisten seperti penggunaan interaksinya dengan spektrum panjang gelombang 600 nm yang memenuhi hukum Lambert-Beer. Setiap ulangan yang dilakukan menghasilkan slope yang sama. Persamaan linier antara kuantitas sel dan cahaya lampu turbidimeter dengan hamburan cahaya dalam penelitian ini belum menghasilkan nilai ketepatan yang diharapkan.

Kata kunci: Sel *Saccharomyces cerevisiae*, panjang gelombang 600 nm, kekeruhan

ABSTRACT

The purpose of this research is first, study turbidity levels that consistent of fungal cell suspensions form of Saccharomyces cerevisiae with turbidimeter instrument. Second, to obtain the S cerevisiae cells quantity using visible spectrophotometer instrument at a wavelength of 600 nm. Third, to obtain a significant linear between the number of S cerevisiae cells and the absorption of that spectrum result of spectrophotometer instruments and quantity of cells with turbidity. Research using randomized block design experiment. The variables in the study consisted of: independent variable of amount suspended cells that have different types and levels of concentration are shown turbidity (NTU) and the criteria on the interval readings % T 20-80 wavelength spectrum of 600 nm as the fulfilment of the law of Lambert-Beer; dependent variable is the number of cells per volume. Using a statistical analysis of covariance to test the consistency of the group replicates, each of which has a regression relationship. The experiments were performed with the replication of the type of granule cells 2 x 10 times and totalling 40 units. Turbidity caused by Saccharomyces cerevisiae cells have a consistent characters such as the use of its interaction with a wavelength of 600 nm spectrum that meets the Lambert-Beer law. Four replications follow the covariance analysis showed every value of slopes is not different. Linear equation between the quantity of cells and light of turbidimeter by light scattering in this study did not result yet in the value of accuracy that expected.

Keywords: Saccharomyces cerevisiae cell, a wavelength of 600 nm, turbidity

^{*)} Ir. Ahmad Syaui, M.Si., Jurusan Biologi (Lingkungan) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Islam Malang (UNISMA), Jl. MT. Haryono 193 Malang 65144.
Telp./handphone and e-mail: 08986307836/081615802930, syauqi@fmipaunisma.ac.id

Diterima Tanggal 27 Agustus 2016 – Disetujui Tanggal 4 September 2016

Pendahuluan

Etanol sering disebut alkohol saja sangat penting dalam rangka pengadaan sumber energi baru terbarukan (EBT) sebagai pencampur bensin dengan maksimal 15%. Secara umum produksi alkohol menggunakan khamir satu sel dan dikembangkan pula dari mikroorganisme bakteri *Zimomonas mobilis* dan *Thermoanaerobacter athanolicus*. EBT dengan kondisi menempati bagian sangat kecil tersebut diharapkan volume pemakaiannya terus ditingkatkan. Saat energi fosil terus menurun berkurang dan kehidupan manusia terus berlangsung membutuhkan energi, pengganti dari EBT dapat dimanfaatkan. EBT mempunyai sumber yang beragam seperti energi dari angin, air, biomassa, dan lainnya. EBT yang berasal dari biomassa masih memerlukan teknologi dan pengembangannya yaitu pada aspek bahanbaku, proses, pemurnian dan kesiapan untuk penggunaannya.

Teknologi proses yang menggunakan bahanbaku biomassa sel masih membutuhkan kesiapan untuk dekomposisi senyawa menjadi etanol (bioetanol) oleh mikroorganisme. Jenis mikroba berasal dari bakteri atau jamur satu sel membutuhkan senyawa monosakarida (6 karbon) didekomposisi menjadi 2 karbon dan gas. Jamur satu sel yang diandalkan adalah *Saccharomyces cerevisiae* [1] dan kuantitas sel sangat perlu diketahui dalam produksi etanol. Kepentingan hal ini antara lain dapat diketahui aspek efisiensinya pada pertumbuhan massa sel dan produk senyawa etanol. Secara teknis pelaksanaan kuantitas sel jamur itu dapat diketahui dengan memanfaatkan instrumen untuk mengukur kekeruhan. Pada teknologi fermentasi hal itu memudahkan tahu berapa banyak jumlah sel yang diberikan.

Wigajatri P., Prihantini dan Udhiarto [2] menggunakan panjang gelombang 633 dan 690 nm atau mendekati daerah cahaya infra merah dan penggunaan prinsip hukum Lambaert-Beer untuk kuantitas suspensi campuran *Scenedesmus sp*, *Chlamydomonas sp* dan *Chlorella sp* mendapatkan pola berbanding lurus pada konsentrasi rentang $5.10^4 - 1.10^6$ sel/mL. Cahaya teratenuasi oleh cairan air berada pada panjang gelombang merah, uap air di atmosfer spektrum hijau dan es pada spektrum biru, panjang gelombang antara 667 nm – 200 μ m [3]. Melik dan Fogler (4) memberikan hubungan antara kekeruhan (τ) dan *optical density suspension* (D) pada tebal suatu suspensi yang dilalui sinar (I) yaitu $\tau = 2,303 D/I$;

Tujuan penelitian adalah pertama, mempelajari tingkat kekeruhan yang konsisten bentuk suspensi sel jamur *S cerevisiae* dengan instrumen Turbidimeter. Kedua, mendapatkan kuantitas sel *S cerevisiae* menggunakan instrumen spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 600 nm. Ketiga, mendapatkan sifat linier yang nyata antara jumlah sel *S cerevisiae* dan serapan spektrum tersebut hasil kerja instrumen spektrofotometer dan kuantitas sel dengan kekeruhan pada turbidimeter. Hipotesis yang diberikan adalah; Pertama *reproducible* kekeruhan sel *S cerevisiae* berdasarkan butiran granul suatu jenis memberikan hasil yang konsisten. Kedua, evaluasi data hubungan antara butiran granul dengan jumlah sel *S cerevisiae* memberikan hubungan linier yang nyata pada kepercayaan statistik 95% dan kuantitasnya tidak berbeda antara estimasi dari instrumen turbidimeter dan spektrofotometer pada spektrum 600 nm.

Material dan Metode

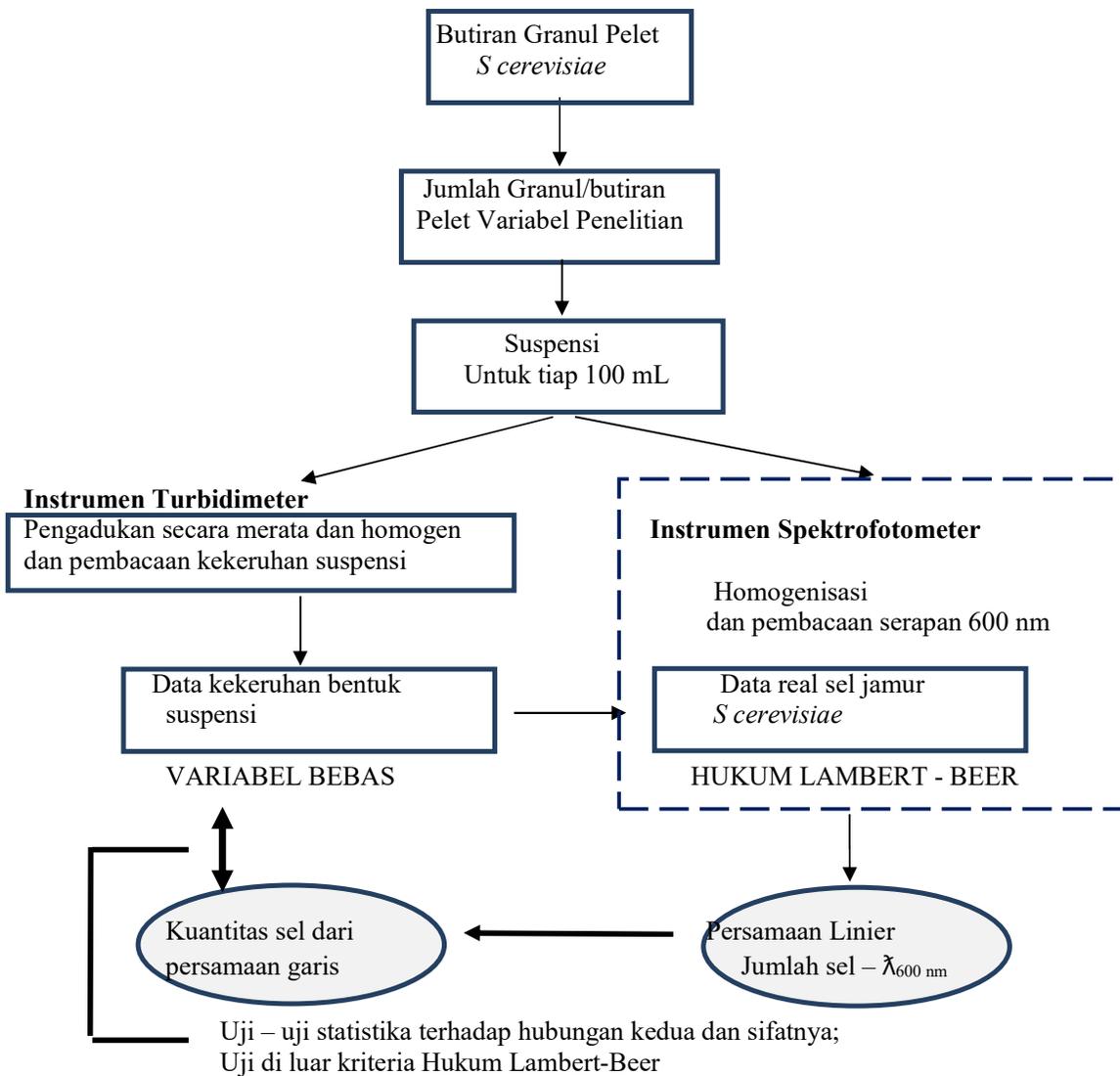
Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan adalah *soft start & stabilizer voltage* kapasitas 500 watt, Turbidimeter Orbecco-Hellige *digital-direct reading*, Spektrofotometer UV-sinar tampak digital, Gelas Beaker 250 mL, batang pengaduk dan gelas ukur, botol semprot, rak tabung reaksi, Mikroskop binokuler sistem CCTV tersistem dengan komputer operasi Windows XP, haemocytometer, *disposable syringe* 10 mL steril, *Autoclave* 17 L, kompor gas.

Adapun bahan yang dipakai adalah akuades steril merk Otsu-WI (*sterilized water for injection*), jenis butiran granul *S cerevisiae*, alkohol 70% dalam bentuk *foil wrapped swabs*, pipet tetes, tabung reaksi, kapas, kuvet, Oksidator Pottasium bikromat.

Standarisasi Turbidimeter sebagai berikut: Alat dihubungkan dengan listrik 220 V, dihidupkan dengan menekan saklar on/off; putar saklar paling atas-kanan ke arah skala 0 – 20,00; tekan pengunci “standardize” dan putar berlawanan arah jarum jam hingga berhenti dan lepaskan alat penguncinya; pastikan lubang tempat contoh uji tertutup; tekan alat pengunci “zero” dan putar dengan melihat angka 0 pada display digitalnya dan pastikan dgital pada angka 0.00; lepas tutup tempat contoh dan masukkan akuades; putar saklar “standardize” searah jarum jam hingga display digital menunjuk angka 0.00.

Metode



Gambar 1. Bagan kerangka percobaan

e-JBST 2017

Interaksi cahaya dan sel mikroorganismenya dapat digunakan untuk menduga kuantitas sel. Selama ini menggunakan cara spektrofotometri dengan panjang gelombang spektrum. Metode diistilahkan dengan turbidimetri pada dasarnya ada interaksi antara spektrum yang sebenarnya tidak terserap atau dihamburkan pada panjang gelombang tertentu. Sel mikroorganismenya dapat diperkirakan kuantitasnya dengan panjang gelombang 600 nm [5]. Selanjutnya menyebutkan bahwa nefelometri (turbidimetri) dipakai untuk mengukur intensitas radiasi yang disebar oleh suspensi dan biasanya dipakai untuk memperkirakan kandungan sel tiap volume. Turbidimetri menggambarkan cara analisa kuantitatif zat yang terkandung dalam suspensi atas dasar hamburan/pelenturan suatu cahaya [6].

Penelitian menggunakan metode eksperimen rancangan acak kelompok yaitu pelaksanaan ulangan dilakukan pada waktu yang tidak bersamaan. Variabel dalam penelitian ini adalah terdiri atas: Variabel bebas (tidak tergantung) yaitu jumlah padatan tersuspensi berupa sel *Saccharomyces cerevisiae*. Variabel ini mempunyai jenis dan tingkat konsentrasi berbeda yang ditunjukkan oleh kekeruhan (NTU). Variabel terkontrol yaitu dalam keadaan serba sama atau homogen suspensi dan pembacaan pada turbidimeter dan 600 nm spektrofotometer voltase relatif tetap. Variabel tergantung yaitu jumlah sel tiap volume (konsentrasi) dan serapan 600 nm suspensi sel. Variabel bebas terdiri atas dua jenis butiran granula *S cerevisiae* yang tersedia. Tingkat konsentrasi sel ditentukan dengan kekeruhan (NTU) secara acak yang memiliki kriteria pada selang pembacaan %T 20 – 80 pada 600 nm sebagai pemenuhan hukum Lambert-Beer. Percobaan dilakukan dengan ulangan/replikasi masing-masing jenis granula 2 x 10 kali sehingga keseluruhan berjumlah 40 unit. Pelaksanaan percobaan seperti bagan Gambar 1.

Analisis data dilakukan secara diskriptif dan regresi [7] dan uji berdasar ragam data (kovarian) tentang kesamaan *reproducible* pada kepercayaan statistik 95% [8] yaitu dengan mengolah data melalui program komputer Under DOS sistem operasi Windows. Hasil regresi penelitian terdahulu dan penelitian ini dari data kekeruhan (turbid). Hubungan kekeruhan dan kuantitas sel hasil pembacaan interaksi spektrum 600 nm. Kuantitas sel (sel/mL) metode turbidimetri (KTb) adalah

$$KTb = \text{Kuantitas sel/mL Turbidimeter}$$

$$KSpt_{\lambda_{600 \text{ nm}}} = \text{Jumlah sel/mL haemocytometer} \times P$$

Dimana; KTb = Kuantitas sel dengan Turbidimetri
 P = Faktor kelipatan untuk jumlah sel tiap mL ($16 \times 10^4 \text{ Cm}^3$ atau cc)
 $KSpt_{\lambda_{600 \text{ nm}}}$ = Kuantitas sel Haemocytometer dengan klarifikasi Spektrometri pada 20 – 80% T dan $\lambda_{600 \text{ nm}}$ dihitung di bawah mikroskop.

Kriteria KTb dan $KSpt_{\lambda_{600 \text{ nm}}}$ adalah keduanya mempunyai sifat membentuk kurva linier atau regresi yang nyata ($P=0,05$) hasil hubungan antara nilai turbidimetri (Y) dan jumlah sel/mL (X).

Analisis kesamaan (homogenitas) koefisien regresi diperoleh dari asumsi [9] analisis kovariansi (*analysis covariance* atau ANACOVA). Disebutkan bahwa salah satu asumsi analisis itu adalah koefisien arah regresi tidak sama dengan nol dan koefisien-koefisien regresi tiap-tiap kelompok bersifat homogen. Analisis kovarian menggunakan uji sebaran F dan rumusan yang diberikan adalah

$$F_s = \frac{\Sigma y^2 \text{ (dikoreksi oleh regresi rata-rata dalam kelompok)} - \Sigma y^2 \text{ (dikoreksi Oleh masing-masing regresi dalam tiap kelompok)}}{[\Sigma y^2 \text{ (dikoreksi dalam tiap kelompok)}/N - 2k]}$$

dimana:

N = jumlah data; k = kelompok (ulangan); db *Enumerator* (pembilang) = $(k - 1)$;
 db *Denominator* (penyebut) = $(N - 2k)$

Hipotesis nilai koefisien regresi homogen ditolak bila $F_s > F$ tabel dan demikian sebaliknya pada kepercayaan minimal 95%. Aplikasi menyebutkan bahwa asumsi yang diterangkan itu disebut sebagai – homogenitas slope. Analisis kovarian pada homogenitas slope atau koefisien regresi yang tidak berbeda merupakan pemenuhan syarat analisis. Maka untuk maksud pemanfaatan analisis itu, hasil aplikasi komputer menyebutkan Analisis Kovarian memenuhi syarat (0,05).

Analisis yang ditujukan untuk melihat konsistensi, dalam arti ulangan yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan hal yang tidak berbeda. Hal itu dilakukan dengan analisis ragam yang menghilangkan unsur hubungan regresi yang dianggap sebagai suatu variabel tersembunyi. Makna analisis itu adalah ulangan yang dikenakan kepada variabel bebas secara acak menghasilkan nilai yang sama (hipotesis *null* diterima). Kekekruhan suatu suspensi berinteraksi dengan cahaya memberikan hamburan yang ditimbulkan oleh sel *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai karakter konsisten seperti penggunaan interaksinya dengan spektrum panjang gelombang 600 nm yang memenuhi hukum Lambert-Beer, yaitu pada %T 20 – 80 atau *absorbance* (serapan spektrum) antara “– log 0,2” hingga “– log 0,8”. Setiap ulangan yang dilakukan menghasilkan kesamaan karakter itu.

Hasil dan Diskusi

Homogenitas Data dan Transformasi

Uji homogenitas data regresi yang nyata ditolak ($P=0,05$) seperti ditunjukkan memerlukan transformasi data dan dilakukan dengan persamaan $Y_T=1/\log Y$. Pada homogenitas diterima ($P=0,05$) uji regresi dilakukan kembali dan menunjukkan hubungan regresi yang nyata ($P=0,024$) dengan koef. determinasi $r^2=0,95$.

Persamaan regresi $y=-29,002x + 3,965$ diperoleh dan digunakan untuk menyatakan kuantitas sel *S cerevisiae* dari aktivitas pengukuran kekeruhan suspensinya. Sebagaimana persamaan tersebut dihasilkan dari tranformasi data, didasarkan atas sifat membaurnya cahaya atau kebalikan dari *transmittance* pada spektrofotometer; $Y_T=1/\log Y$ maka kuantitas sel (x) dapat diestimasi sebagai berikut:

$$x = (y - 3,965) / -29,002$$

Bentuk persamaan itu memberikan persyaratan pengukuran kekeruhan dengan nilai $< 3,965$ NTU. Detranformasi data (Dx) dapat dikerjakan dengan persamaan:

$$Dx = 10^{1/x} \text{ atau } 10^{1/[(y - 3,965) / -29,002]}$$

Hubungan antara kekeruhan (NTU) dan estimasi sel menggunakan pembalikan dan unsur anti log (10^x).

Contoh sebagai berikut: Suspensi sel *Saccharomyces cerevisiae* setelah diaduk dengan baik menghasilkan pembacaan kekeruhan pada nilai 1,35 NTU. Kuantitas sel dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y &= 1,35 \\ x &= (1,35 - 3,965) / -29,002 \\ &= 0,0901 \\ Dx &= 10^{(1/0,0901)} \\ &= 1,23 \times 10^{11} \end{aligned}$$

Jadi jumlah sel *S cerevisiae* diestimasi berjumlah $1,23 \times 10^{11}$ sel.

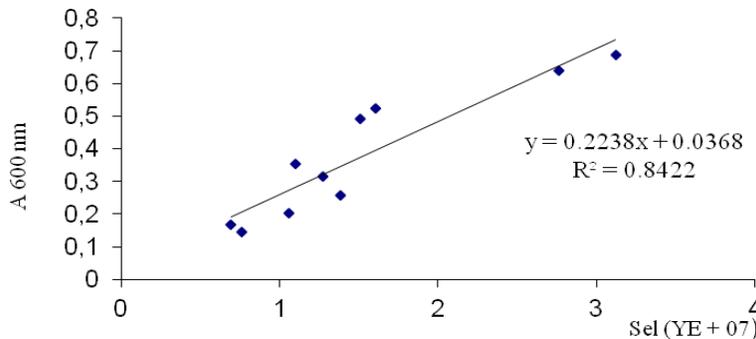
Pembacaan kekeruhan 0,2 NTU menghasilkan estimasi $5,05 \cdot 10^7$ sel dan dibanding data Ktb pada Tabel 3 pada saat kekeruhan yang sama adalah $5,88 \cdot 10^7$ sel. Kedua nilai kuantitas dapat dilakukan uji beda rerata dengan satu nilai melalui uji statistik sebaran t pada kepercayaan 95%.

Eksplorasi Garis Linier yang Signifikan pada Spektrum 600 nm

Variabel bebas kekeruhan dengan kriteria pada pembacaan serapan mempunyai kesalahan terkecil menurut spektrofotometri berada diantara %T 20 – 80 seperti pada Tabel 1. Hasil analisis ragam regresi menunjukkan garis regresi yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara jumlah sel dan serapannya pada panjang gelombang 600 nm. Variabel tergantung jumlah sel ($YE+07$ atau $Y \cdot 10^7$) mempunyai persamaan $y = 0,2238x + 0,0368$ dan $r^2 = 0,84$. Hukum Lambert-Beer telah terpenuhi (Gambar 2). Demikian untuk ulangan lainnya dan Jenis granul A dan B.

Tabel 1. Macam Variabel Bebas Kekeruhan pada Ulangan Percobaan Sel *Saccharomyces cerevisiae* dari Jenis A dan B

Jenis A		Jenis B	
Ulangan I (NTU)	Ulangan II (NTU)	Ulangan I (NTU)	Ulangan II (NTU)
0,04	0,04	0,06	0,05
0,06	0,04	0,07	0,06
0,08	0,05	0,10	0,08
0,09	0,07	0,13	0,09
0,14	0,08	0,17	0,13
0,15	0,09	0,20	0,16
0,23	0,10	0,25	0,23
0,24	0,11	0,26	0,28
0,32	0,20	0,35	0,33
0,34	0,29	0,36	0,35



Gambar 2. Hubungan dua Variabel Tergantung antara Jumlah Sel dan Serapan 600 nm Pada Jenis A1 Granul *S cerevisiae*

Hasil analisis kovarian terhadap keempat ulangan menunjukkan konsisten sama ($P=0,05$) tanpa dipengaruhi oleh sifat regresinya atau dalam hal ini disebut adanya variable tersembunyi [8] ditunjukkan Tabel 2. Analisis kovarian menunjukkan asumsi pertama memenuhi analisis itu diperlukan db *enumerator* (pembilang) 1 dan db *denominator* (penyebut) sebesar $N - k - 1 = 17$. Hasil analisis dengan sebaran F untuk asumsi II didapatkan bahwa kedua koefisien regresi homogen

e-JBST 2017

diterima ($P=0,05$). Makna analisis tersebut menunjukkan bahwa keempat ulangan tidak berbeda nyata ($P=0,05$) yaitu koefisien regresi masing-masing adalah sama menurut statistik.

Tabel 2. Analisis Kovarian Empat Kelompok Ulangan Sel *S cerevisiae* dari Jenis A dan B Tanpa Dipengaruhi Variabel Tersembunyi (Konkomitan).

Keragaman	db	Jumlah Kuadrat			Koreksi			F
		Y	XY	X	JKY	db	KT	
Kelompok	3	0,106	0,622	3,713	0,006	3	0,002	0,486
Acak	36	1,193	5,210	25,754	0,139	35	0,004	
Total	39	1,299	5,832	29,467	0,145	38		

Analisis itu didapatkan hasil yang konsisten dan pada pelaksanaan tiap ulangan variable bebas mengambil 10 data dilakukan secara acak. Artinya variabel bebas tidak ditentukan terlebih dahulu tingkat nilai serapan tertentu, sehingga data kekeruhan tiap ulangan tidak memiliki selang tingkat kekeruhan yang sama. Oleh karena itu hasil uji regresi ke empat ulangan dan dua jenis berbeda menunjukkan konsistensi pada kurva liniernya. Selanjutnya hal ini dapat dijadikan dasar bahwa kriteria nilai %T 20 – 80 telah memenuhi hukum Lambert-Beer.

Dengan demikian analisis hubungan antara jumlah sel dan kekeruhan menjadi sah untuk ditindaklanjuti. Jumlah sel itu adalah hasil persamaan regresi linier yang nyata ($P=0,05$) dan kuantitasnya disebut kuantitas klarifikasi (KTb) pada Tabel 3. Klarifikasi jumlah sel adalah kuantitas berdasar serapan panjang gelombang 600 nm yang terukur dan sebagai variable tergantung. Hubungan antara kuantitas sel hasil klarifikasi itu dan kekeruhan selanjutnya diuji persamaan sebagai hubungan regresi linier, kemudian dibandingkan dengan uji nilai serapan sembarang/acak di luar nilai “log -0,2” hingga “log -0,8”.

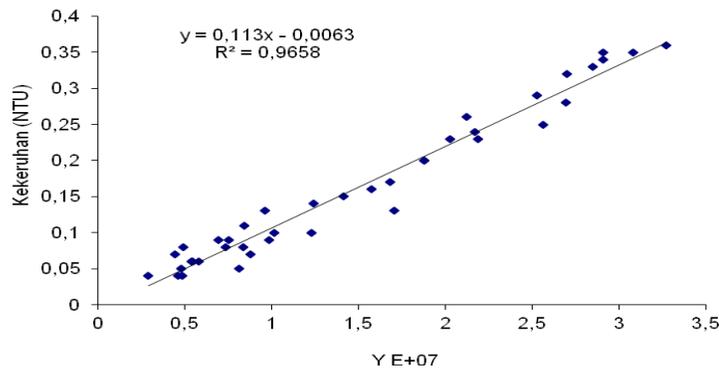
Tabel 3. Variabel Jumlah Sel, Kuantitas Sel tiap mL Hasil Klarifikasi Persamaan Regresi dan Kekeruhan pada *S cerevisiae* Jenis produk A1.

Sel/mL(YE+07)	A600nm	KTb	NTU
		Sel/mL(YE+07)	
0.76	0.146	0.487935657	0.04
0.6944	0.167	0.581769437	0.06
1.0624	0.202	0.738159071	0.08
1.3856	0.258	0.988382484	0.09
1.2736	0.315	1.243074173	0.14
1.0976	0.354	1.417336908	0.15
1.5072	0.491	2.029490617	0.23
1.6064	0.523	2.172475424	0.24
2.7648	0.641	2.699731903	0.32
3.12	0.688	2.90974084	0.34

Kriteria yang berlaku atas penggunaan instrumen spektrofotometer dalam kasus ini adalah %T 20 – 80. Uji dilakukan pada %T panjang gelombang yang 600 nm yaitu nilai pada kekeruhan

variabel bebas dan sesuai dengan fungsi turbidimeter. Dalam hal ini nilai uji tidak memenuhi daerah spektrum teratenuasi sebagaimana Hukum Lambert-Beer pada spektrofotometer. Persamaan pada jenis granul A1 dan kekeruhan didapatkan $y=0,1226x-0,0182$ $r^2=0,99$ untuk satu suspensi dengan nilai kekeruhan 0,5 NTU atau %T 6,1 ($A_{600nm}=1,201$) menunjukkan hasil $4,22675367.10^7$ sel/mL. Hitungan sel dengan haemocytometer dilakukan dengan pengenceran (reduksi jumlah) didapat rerata $1,2288.10^8$ sel/mL. Perbedaan tersebut dikarenakan pengaruh zat tertentu pada produk granul *Saccharomyces cerevisiae* [1] yang dibutuhkan untuk perlindungan uap air, berupa *wax* buatan dan berfungsi sebagai surfaktan atau emulsifier [10]. Hal ini juga dikuatkan bahwa surfaktan mempunyai sifat mempengaruhi kekeruhan air yang didalamnya terdapat bahan pencuci [11]. Tiga hal yang mempengaruhi hamburan cahaya adalah ukuran, bentuk partikel dan komposisi suspensinya (12)

Hasil uji di luar kriteria hukum Lambert-Beer suatu ulangan masih menunjukkan jauh dari ketepatannya, oleh karena analisis kovarian menyatakan tidak ada perbedaan maka nilai keseluruhan masing-masing ulangan digunakan untuk uji yang sama. Uji pada persamaan $y=0,113x-0,0063$ $r^2=0,97$ (Gambar 3) menghasilkan nilai $4,48053097.10^7$ sel/mL.



Gambar 3. Hubungan Kuantitas Sel dan Variabel Bebas kekeruhan (NTU) Granul *Saccharomyces cerevisiae*

Hasil pengetahuan yang didapat dalam penelitian ini secara logis adalah kuantitas sel yang diukur dengan “hamburan cahaya” dapat ditentukan dengan pengenceran suspensinya. Pengenceran dimaksudkan untuk menurunkan konsentrasinya sehingga dapat memenuhi suatu sifat yang disyaratkan pengukuran serapan cahaya untuk memenuhi hukum Lambert-Beer. Selang pembacaan serapan adalah “- log 0,2” hingga “- log 0,8”. Tetapi secara teknis hal ini tidak praktis di lapangan seperti penerapan suatu kegiatan produksi sebab tidak efisien waktu. Oleh karena itu penentuan kuantitas melalui hamburan cahaya sebagai karakteristik kekeruhan masih perlu dilakukan uji dalam suatu percobaan sehingga hasilnya benar-benar dapat diakui secara ilmu pengetahuan. Ketepatan tersebut dikoreksi dengan rumusan Melik dan Fogler (4); menghasilkan persamaan $y=0,4591x + 0,1693$ $r^2=99$. Data uji dengan terlebih dahulu mengkonversi nilai *optical density suspension*; kekeruhan 2,766 NTU menunjukkan hasil $5,65606622.10^7$ sel/mL.

Kesimpulan

Kekeruhan suatu suspensi berinteraksi dengan cahaya memberikan hamburan memerlukan pengetahuan karakteristiknya. Kekeruhan yang ditimbulkan oleh sel *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai karakter konsisten seperti penggunaan interaksinya dengan spektrum panjang gelombang 600 nm yang memenuhi hukum Lambert-Beer. Setiap ulangan yang dilakukan menghasilkan

kesamaan karakter itu. Penerapan dilakukan diluar kategori serapan cahaya pada instrumen spektrofotometer merupakan karakteristik kekeruhan yang ditimbulkan oleh jenis zat dalam air. Persamaan linier antara kuantitas sel dan cahaya lampu turbidimeter dengan hamburan cahaya dalam penelitian ini belum menghasilkan nilai ketepatan yang diharapkan.

Kekeruhan dan pengukuran kuantitas satu jenis material penyusunnya dengan hamburan cahaya masih diperlukan penelitian lebih lanjut. *Saccharomyces cerevisiae* untuk maksud nilai ketepatannya memerlukan eksplorasi bentuk-bentuk suspensinya yang tersusun oleh sel dan air serta zat lain yang diperlukan dengan tidak berpengaruh kepada kekeruhan.

Daftar Pustaka

- [1] Syauqi, A. 2008. Membentuk Konsorsium Jamur *Aspergillus niger*, *Trichoderma sp*, *Hansenula sp*, *Candida sp*, *Saccharomyces cerevisiae* untuk Produksi Alkohol dari Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz). DIPA Perguruan Tinggi Nomor: 0145.0/023-04.0/-/2008 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor: 231/SP2H/PP/DP2M/III/2008 Tanggal 6 Maret 2008. Fakultas MIPA/Biologi Universitas Islam Malang. Malang.
- [2] Wigajatri P, R., N.B. Prihantini dan A. Udhiarto. 2010. Rancang Bangun Perangkat untuk Mengukur Konsentrasi Phytoplankton dengan Metode Optik. *J. Instrumentasi* (34).2. 137-149.
- [3] Wikipedia. 2016a. Electromagnetic absorption by water. Access 25th August, 2016. URL:http://en.m.wikipedia/wiki/Electromagnetic_absorption_by_water.
- [4] Melik, D.H. and H.S. Fogler. 1983. Turbidimetric Determination of Particle Size Distribution of Colloidal System. *Journal Colloidal and Interface Science* Vol.9 No.1 p 161-180. Retrieve 9th October 2016. URL: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/25274/0000717.pdf?sequence=1>.
- [5] Sudarmadji, S. 1996. *Teknik Analisa Biokimiawi*. Liberty. Yogyakarta. Hal 227, 242.
- [6] Darmawangsa ZA. 1986. *Penuntuk Praktikum Analisis Instrumental (Dasar-dasar dan Penggunaan)*. Grayuna. Jakarta. Hal. 68-69.
- [7] Trihendradi, C. 2007. *Kupas Tuntas Analisis Regresi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [8] Syauqi, A. 2009. *Kuantifikasi Parameter Statistika Survey dan Eksperimen Biologi*. FMIPA Universitas Islam Malang (Unisma). Malang.
- [9] Sudjana. 1985. *Desain dan Analisis Eksperimen bagi Peneliti dalam bidang: Biologi, Farmasi, Fisika, Industri, Kimia, Pendidikan, Pertanian, Peternakan, Psikologi, Teknik dll*. Edisi II. Transito. Bandung. Hal. 273.
- [10] Wikipedia. 2016b. Sorbitan monostearate. Akses Tanggal 21 Agustus 2016. URL:http://en.m.wikipedia.org/wiki/Sorbitan_monostearate
- [11] Syauqi, A. 2015. Kuantitas Total Ion Terlarut Air Limbah Hasil Proses Pengendapan dengan Biokoagulan Biji *Tamarindus indica*. Makalah dalam Seminar Nasional ke-2 Biologi, IPA dan Pembelajarannya di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang. Malang, 17 Oktober.
- [12] Omar, A.F. and M.Z. MatJafri. 2009. Turbidimeter Design and Analysis: A Riview on Optical Fiber Sensors for the Measurement of Water Turbidity. *Sensors* 9:8311-8335. Retrieve 9th October 2016. doi:10.3390/s91008311. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3292109/pdf/sensors-09-08311.pdf>.