

## DATA KESETIMBANGAN UAP-AIR DAN ETHANOL-AIR DARI HASIL FERMENTASI RUMPUT GAJAH

**Ni Ketut Sari**

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industry UPN “Veteran” Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294  
e-mail: sari\_ketut@yahoo.com

### *Abstrak*

Umumnya digunakan bahan baku yang etanol pro analisis untuk memperoleh data kesetimbangan uap-air dan etanol-air. Dalam penelitian akan dicoba untuk menggunakan bahan baku etanol teknis yaitu hasil fermentasi rumput gajah. Penelitian bertujuan memperoleh data kesetimbangan sistem biner uap-air dan etanol-air dan membandingkan hasil eksperimen dengan data literatur. Penelitian menggunakan alat Glass Othmer Still, bahan baku etanol teknis dan pro analisis, variabel komposisi umpan masuk etanol yaitu 0 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 (fraksi mol) dan tekanan dijaga konstan 300 bar. Hasil etanol yang diperoleh di analisis menggunakan spektrofotometer pharo 100. Dari hasil penelitian diperoleh kurva kesetimbangan sistem biner uap-air dan etanol-air yang di bandingkan dengan data literatur. Hasil menunjukkan mendekati sama. Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka kurva kesetimbangan sistem biner uap-air dan etanol-air menunjukkan titik azeotropik pada komposisi etanol 0,98 fraksi mol.

*Kata kunci* : Azeotropik, data kesetimbangan sistem biner uap-air dan etanol-air, rumput gajah, titik azeotrop

### *Abstract*

The high purity of ethanol (Pro Analytic) commonly used for row material to get the VLE Value, but the research use the technical ethanol that from distillation of the product bulrush fermentation. The research purpose to find the value of VLE on the binary system ethanol-water. Then the result compared with literature. Still othmer glass was used as main device and the row material from high purify ethanol (PA) and moderate. Moderate Purity ethanol (Technical ethanol). These row material combine with various composition are 0; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 (mole Fraction) and constant pressure 300 bar. Next, the product was analyzed by spectrophotometer pharo 100. Then the result was compared with literature value and show that the value close to the literature value. From the VLE curve show that the azeotropic point in the composition of ethanol 0,98 (molefraction)

*Keywords* : Azeotropes, VLE on the binary system ethanol-water, bulrush, azeotropic point.

### PENDAHULUAN

Salah satu alat yang digunakan untuk memperoleh data kesetimbangan antara fase liquida dan fase gas adalah Glass Othmer Still. Adapun hal – hal yang berpengaruh dalam sistem kesetimbangannya yaitu : Tekanan (P), Suhu (T), konsentrasi komponen A dalam fase liquid (x) dan konsentrasi komponen A dalam fase uap (y). Pada penelitian ini digunakan bahan baku etanol dari hasil fermentasi rumput gajah dengan kadar etanol 96% dan etanol Pro Analisis dengan kadar

99,8%. Dari data yang diperoleh, dibuat kurva kesetimbangan uap – air sistem biner etanol – air. Analisis bahan baku dan produk menggunakan spektrofotometer pharo 100, atau *Gas Kromatografi* (GC). Dari penelitian sistem biner yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, dalam penelitian tersebut masih diperlukan kesetimbangan uap-air sistem biner untuk menghasilkan data yang benar dan model korelasi yang dapat di aplikasikan untuk memperkirakan kesetimbangan uap-air sistem multikomponen (Wiryanto & Teddy, 1998). Sedangkan pada penelitian yang dila-

kukan Hadi Supardi dengan sistem terner Aseton-n-Butanol-Etanol (ABE) pada tekanan atmosfer, diperoleh data kesetimbangan uap-air sistem terner dan dapat mengetahui pengaruh tekanan terhadap kesetimbangan. Jadi untuk memperoleh data kesetimbangan uap-air bisa menggunakan sistem biner maupun terner (Hadi, 1999).

#### Perhitungan Temperatur Bubble.

Untuk kondisi tekanan rendah, yaitu tekanan mendekati satu atmosfer, koefisien fugasitas komponen  $i$ ,  $\varphi_i = \varphi_i^S = 1$  (gas ideal), sehingga harga *Faktor Poynting*,  $\exp \frac{v_i(P-P^{sat})}{RT}$  mendekati satu, pengambilan asumsi bahwa  $\varphi_i = 1$  menimbulkan kesalahan yang kecil untuk kesetimbangan uap cair tekanan rendah, sehingga diperoleh persamaan untuk menghitung komposisi uap ( $y_i$ ): (Smith dkk., 1996)

$$y_i P = \gamma_i x_i P_i^{sat} \quad (1)$$

Harga T sebagai harga awal akan digunakan untuk mengetahui tekanan uap jenuh suatu zat yang akan diestimasi dengan persamaan Antoine.

$$\ln(P_i^{sat}) = A_i - \frac{B_i}{C_i + T} \quad (2)$$

Prosedur iterasi untuk mencari *temperature bubble* yaitu mencari harga temperatur jenuh dari komponen murni  $T_i^{sat}$  pada P

$$T_i^{sat} = \frac{B_i}{A_i - \ln P} - C_i \quad (3)$$

Dimana A, B, C adalah konstanta Antoine untuk spesies  $i$ , untuk semua estimasi awal.

$$T = \sum_i X_i T_i^{sat} \quad (4)$$

Penelitian bertujuan memperoleh data kesetimbangan sistem biner uap-air dan etanol-air dan

membandingkan hasil eksperimen dengan data literatur.

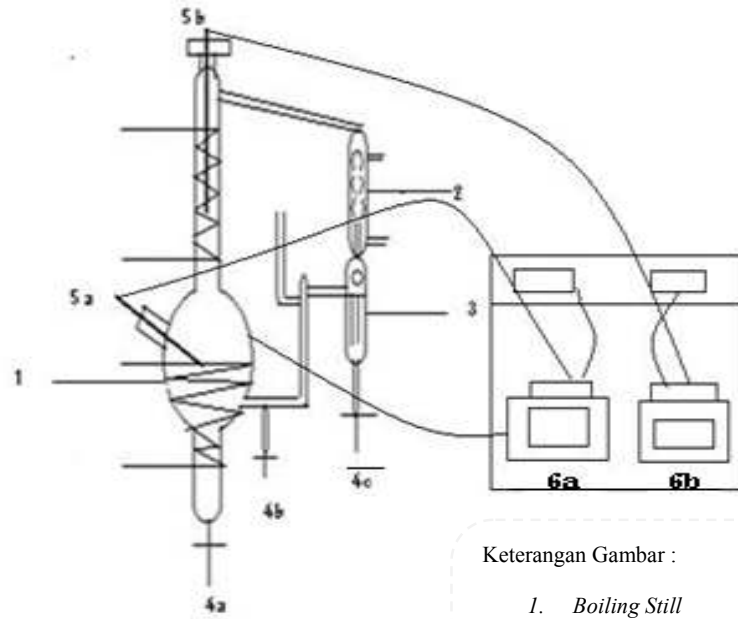
#### METODE PENELITIAN

Bahan baku rumput gajah diperoleh dari kebun bibit di Bratang Surabaya dan etanol pro analisis dibeli di toko bahan kimia jalan Tidar Surabaya.

#### Cara penelitian :

Larutan etanol (1) – air (2) dan tutup cock 4a, 4b dan 4c disiapkan, lalu masukkan larutan melalui bagian atas still sampai boiling still terisi kurang lebih  $\frac{3}{4}$  bagian. Alirkan kran air sehingga air mengalir melalui kondensor dan perhatikan agar seluruh kondensor terisi air dan yakinkan bahwa air mengalir melalui kondensor. Panaskan boiling still dengan memutar slide regulator untuk 6a pada posisi 20 – 30 V (jangan  $\geq 40$  V). Amati perubahan temperatur melalui thermometer. Jika uap sudah mulai terbentuk pada boiling still, nyalakan pemanas 6b dengan memutar slide regulator dan atur suhu  $T_2$  sekitar 5 – 10 °C lebih tinggi dari  $T_1$  dilihat pada 5b. Cock 4b dibuka untuk recycle, amati terus suhu  $T_1$ ,  $T_2$  dan cairan pada kondensat chamber dan yakinkan bahwa recycle dari kondensat chamber ke boiling still terjadi. Setelah suhu  $T_1$  konstan lebih dari 30 menit, catat suhu tersebut sebagai suhu kesetimbangan dan ambil sampel fasa cair melalui 4a dan sampel fasa uap melalui 4c. Hasil fasa cair dan fasa uap di analisis menggunakan alat spektrofotometer pharo 100.

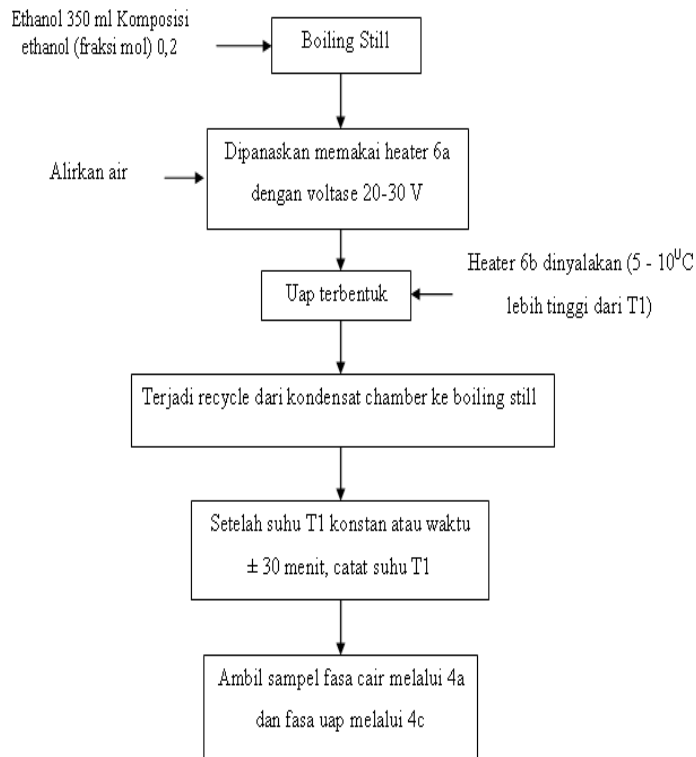
Langkah-langkah penelitian mengikuti skema penelitian dibawah ini. Etanol 350 ml dengan variasi komposisi etanol dalam fraksi mol, dimasukkan dalam boiling still. Setelah itu dipanaskan menggunakan heater, uap yang terbentuk dikondensasi menggunakan kondensor. Pada suhu konstan diambil distilat dan bottom pada cock masing-masing.



- Keterangan Gambar :
- 1. Boiling Still
  - 2. Kondensor
  - 3. Kondensat Chamber
  - 4. Cock
  - 5. Thermometer
  - 6. Heater

Gambar 1. Glass Othmer Still

Skema Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari grafik kurva kesetimbangan sistem biner Etanol-Air dari data literatur dan dari data hasil penelitian akan dipakai untuk verifikasi hasil penelitian secara eksperimen dan secara perhitungan dari persamaan yang digunakan.

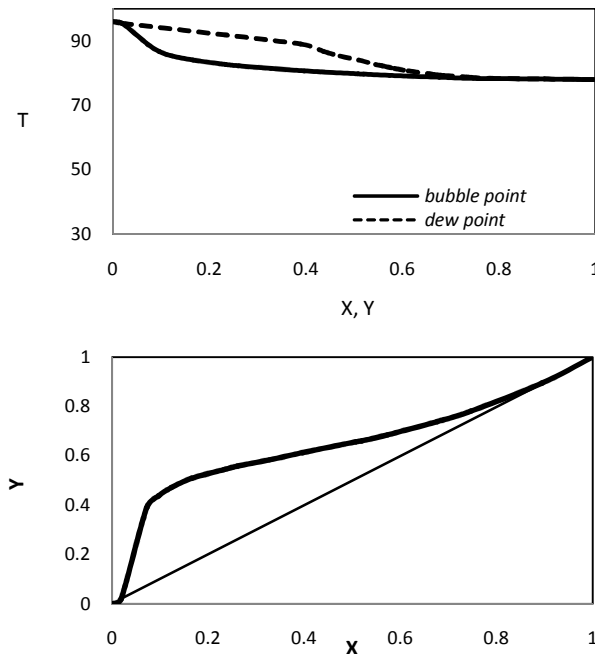
Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar fraksi mol umpan etanol, maka temperatur pada dew point dan bubble point semakin menurun, hal ini disebabkan karena komponen etanol bersifat *volatile* dengan titik didih 78,32 °C, sebaliknya untuk komponen air yang bersifat *non-volatile* dengan titik didih 100 °C. Semakin besar fraksi mol umpan etanol makin besar, mendekati titik azeotropik yaitu sekitar 0,8 (fraksi mol) komposisi distilat menurun. Jika dibandingkan antara hasil penelitian dengan data literatur pada range komposisi 0,4 sampai 0,6 mengalami penyimpangan, hal ini disebabkan keterbatasan alat yang digunakan yaitu tidak digunakannya sensor temperatur pada alat.

Pada kurva kesetimbangan X,Y,T untuk data sistem biner etanol(1)-air(2) (penelitian) dibandingkan dengan sistem etanol (1)-air(2) (Perry,6<sup>th</sup> ed.). Dari data terlihat temperatur pada penelitian lebih tinggi dari literatur, hal ini disebabkan karena kadar bahan etanol yang digunakan pada penelitian adalah 96% sedangkan pada literatur adalah etanol absolute, dimana kadar etanol mempengaruhi titik didih.

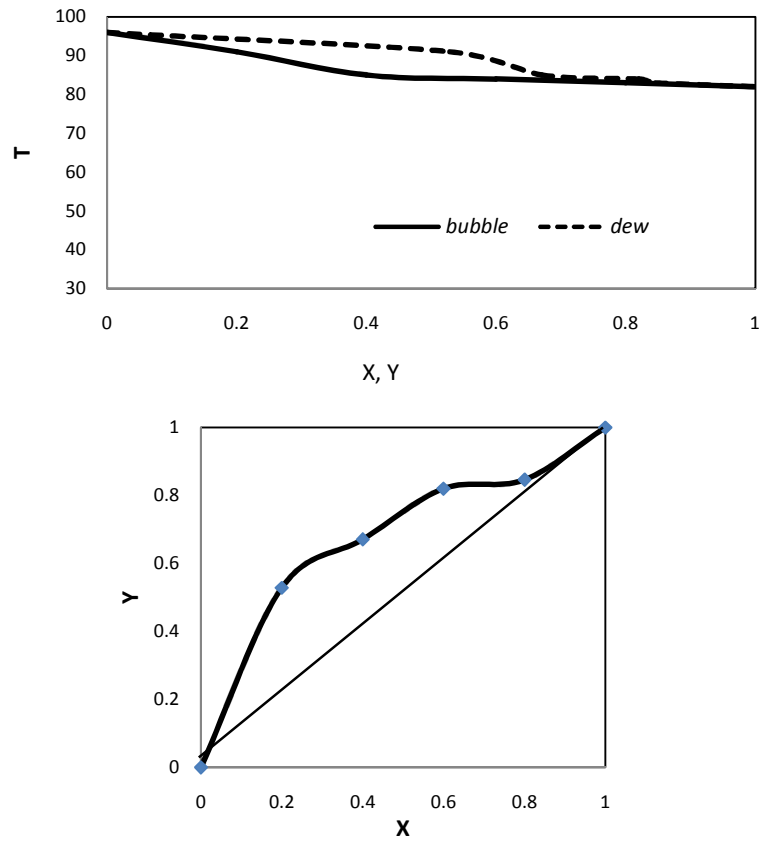
Pada kurva kesetimbangan X,Y etanol(1)-air(2) berdasarkan data penelitian dengan menggunakan

etanol dari hasil fermentasi rumput gajah dengan kadar etanol 96%, menunjukkan bahwa pada titik 0,8 (komposisi umpan) fraksi mol hampir mendekati titik azeotrop.

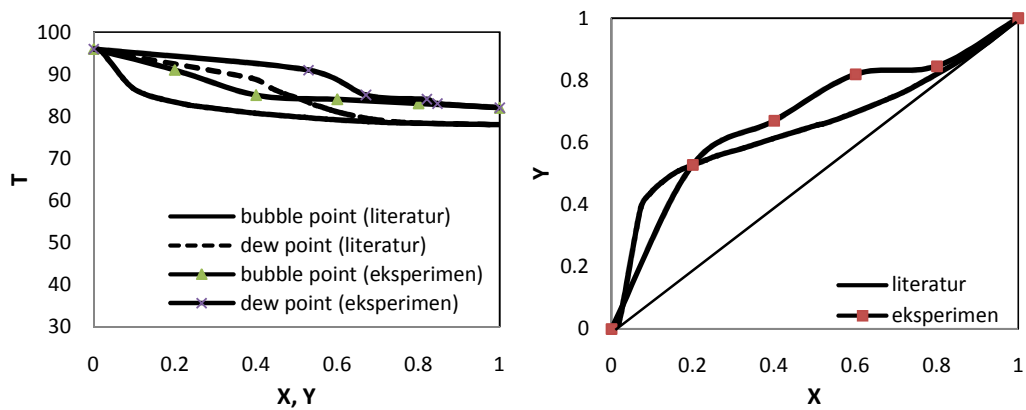
Pada kurva kesetimbangan X,Y,T untuk sistem biner etanol(1)-air(2) berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan etanol pro analitis. Menunjukkan bahwa semakin besar fraksi mol maka temperatur pada dew point dan bubble point semakin menurun. Hal ini disebabkan karena komponen etanol bersifat *volatile* dengan titik didih 78,32°C sedangkan air bersifat *non-volatile* dengan titik didih 100°C. Pada kurva kesetimbangan X,Y,T untuk data sistem biner etanol(1)-air(2) (eksperimen) dibandingkan dengan sistem etanol(1)-air(2) (Perry,6<sup>th</sup> ed.). Dari gambar kurva dew point terlihat temperatur pada eksperimen lebih tinggi dari literatur, hal ini disebabkan karena kadar bahan yang digunakan pada penelitian adalah 99,8% sedangkan pada literatur adalah etanol absolute. Karena salah satu faktor yang mempengaruhi titik didih adalah kadar etanol. Kurva kesetimbangan X,Y sistem biner etanol(1)-air(2) berdasarkan data eksperimen dengan menggunakan etanol Pro Analisis untuk daerah setelah azeotrop. Pada titik 0,85 dan 0,9 fraksi mol termasuk dalam fase uap sedangkan pada titik 0,95 dan 0,98 fraksi mol termasuk dalam fase cair. Terlihat data hasil penelitian pada fase cair dan fase uap sehingga dapat mengetahui titik azeotropnya sedangkan pada literatur tidak ditemukan fase cairnya.



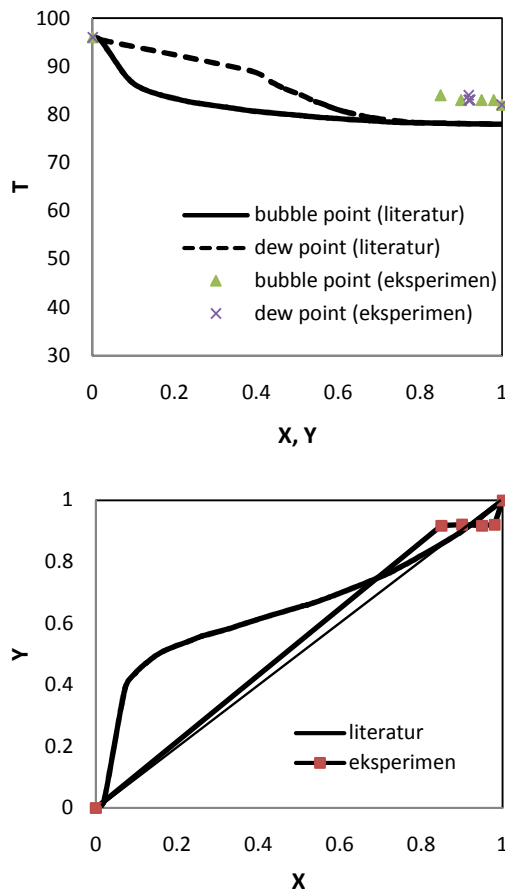
Gambar 2. Kurva kesetimbangan X,Y,T Etanol-Air dari data literatur



Gambar 3. Kurva kesetimbangan X,Y,T Etanol-Air dari hasil penelitian.



Gambar 4. Kurva kesetimbangan X,Y,T Etanol-Air dari data literatur dan hasil penelitian dan bahan baku etanol teknis (96 %).



**Gambar 5.** Kurva kesetimbangan X,Y,T Etanol-Air dari data literatur dan hasil penelitian dengan bahan baku etanol pro analitis (99,8 %)

### SIMPULAN

Kurva kesetimbangan uap-cair sistem biner etanol-air yang dihasilkan dengan bahan baku etanol teknis penyimpangannya lebih besar dibandingkan penggunaan bahan baku etanol pro analitis, karena etanol teknis mengandung kadar air dan impuritis yang tinggi, sehingga penyimpangan terjadi saat mendekati titik azeotropik. Kurva kesetimbangan uap-cair sistem biner etanol-air hasil penelitian dengan bahan baku etanol teknis mendekati data literatur pada saat variabel berubah 0,2 dan 0,4 fraksi mol etanol. Kurva kesetimbangan uap-cair sistem biner etanol-air hasil penelitian dengan bahan baku etanol pro analitis mendekati data literatur pada saat variabel berubah 0,85 dan 0,9 fraksi mol etanol.

### DAFTAR PUSTAKA

Arindrada.(2009). “Kesetimbangan Fase”, Makalah Penelitian. <http://levenspiel.wordpress.com/2009/05/25/kesetimbangan-fase/>

Hadi Supardi. (1999). “Estimasi Dan Eksperimen Kurva Kesetimbangan Uap-Cair Sistem Terner Aseton – N-Butanol-Ethanol”. Jurnal Penelitian Teknik Kimia.

J.M.Smith, H.C.van Ness, M.M.Abbott. (1996). “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*”, fifth edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore.

Lamiya Mu'nisatus Zahro. (2000). “Keseimbangan Uap-Cair Secara Isothermal Untuk Campuran-Campuran Biner Yang Terlibat Dalam Distilasi Alcohol”, Jurnal Penelitian Teknik Kimia.

[http://74.125.153.132/search?q=cache:Bq\\_RqTSSioJ:lamiyamz.blogspot.com/2009/03/diagram-keseimbanganfase\\_pada.html+jurnal+kesetimbangan+uap+cair+pada+sistem+biner-&cd=7&hl=id&ct=clnk&gl=id](http://74.125.153.132/search?q=cache:Bq_RqTSSioJ:lamiyamz.blogspot.com/2009/03/diagram-keseimbanganfase_pada.html+jurnal+kesetimbangan+uap+cair+pada+sistem+biner-&cd=7&hl=id&ct=clnk&gl=id)

Mhd. Darwis M. (2009). “Keseimbangan Uap Cair”, Laporan Praktikum Kimia Fisika. <http://spirit-awis.blogspot.com/>

- Sari, Ni.Ketut (2007). "Pemisahan Sistem Biner Etanol-Air Dan Sistem Terner ABE Dengan Distilasi Batch Sederhana". *Jurnal INDUSTRI Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* Vol. 6 / Fakultas Teknik Industri ITS Surabaya.
- Perry, J.H., and C.H.Chilton. (1996). "*Chemical Engineers Handbook*", 6<sup>th</sup> edition. New York : McGraw-Hill.
- Suparni. S. R. (2009). "Dasar Kesetimbangan Uap-Cair", *Jurnal Penelitian Teknik Kimia*. [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-industri/teknologi-proses/dasar-kesetimbangan-uap-ca](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-industri/teknologi-proses/dasar-kesetimbangan-uap-ca).
- Soebijanto, T. (1986). "HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya", Gramedia : Jakarta
- Wiryanto, Tedddy S.W. (1999). "Kesetimbangan Uap-Cair Sistem Biner Etanol(1) – Air (2), Aseton (1) – Air (2), Air (1) – n-Butanol (2) dan Kesetimbangan Cair-cair Air(1) – n-Butanol(2)", *Jurnal Penelitian Teknik Kimia*.