

JURNAL PENELITIAN SARANTIKA

(Sains, Teknologi, dan Rekayasa)

VOL : 9 Nomor : 2 BULAN / TAHUN SEPTEMBER 2009

Bisrul Hapis Tambunan

EFEK KECEPATAN KRITIS DAN VISKOSITAS CAIRAN TERHADAP TERJADINYA FLOODING PADA ALRAN BERLAWANAN ARAH GAS CAIR ANNULAR MELALUI PIPA VERTIKAL

Rudi Kartika

ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULASE DARI BEKICOT (*Achatina fulica*)

Muhammad Yusuf

STUDI SIFAT MEKANIK DAN TERMAL DARI POLIBLEN POLISTIREN DENGAN KARET ALAM SIR - 20 MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI WATER GLASS

Faisal Lubis, Farel H. Napitupulu, Ilimi Abdullah, Zamanhuri

PENGARUH BAFFLE CUT TERHADAP UNTUK KERJA TERMAL DAN PENURUNAN TEKANAN PADA ALAT PENUKAR KALOR SHELL AND TUBE SUSUNAN SEGIEMPAT

Masdiana Sinambela, Pardamean Pangaribuan

Suna

PEMANFAATAN EKSTRAK *Swietenia mahagoni* Jacq. SEBAGAI INSEKTISIDA BOTANI TERHADAP TINGKAT MORTALITAS *Plutella xylostella*

Jasmidi

PENGARUH KEBERADAAN ION KALIUM DAN KALSIMUM TERHADAP BIOSORPSI ION KADMIUM(II) OLEH BIOMASSA *Saccharomyces cerevisiae* TERMOBILISASI

Ratu Evina Dibyanti, Asep Wahyu Nugraha

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK KERAMIK HASIL CAMPURAN DENGAN BAHAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL BERKUALITAS TINGGI

Supriyadi, Ikhwan Syah Isranuri, Bustami Syam, dan Basuki Wirjosentono

PENGARUH VARIASI PUTARAN MESIN TERHADAP NOISE PADA KNALPOT KOMPOSIT YANG DILENGKAPI SALURAN DALAM GANDA PADA MOBIL BENSIN KIJANG 7K

Asep Wahyu Nugraha

KAJIAN TERMODINAMIKA - PENCAMPURAN PADA CAMPURAN BINER BENZENA-ETANOL

Idramsa

DISTRIBUSI PARAMETER FISIKA-KIMIA PERAIRAN DI SEKITAR PERIKANAN DALAM JARING APUNG DI PERAIRAN BELAWAN



LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate (20221)
Telp. (061) 6636757, Fax (061) 6613319

DAFTAR ISI

EFEK KECEPATAN KRITIS DAN VISKOSITAS CAIRAN TERHADAP TERJADINYA FLOODING PADA ALIRAN BERLAWANAN ARAH GAS CAIR ANNULAR MELALUI PIPA VERTIKAL Oleh: Bisrul Hapis Tambunan	1-5
ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULASE DARI BEKICOT (<i>Achatina fulica</i>) Oleh: Rudi Kartika	6-11
STUDI SIFAT MEKANIK DAN TERMAL DARI POLIBLEN POLISTIREN DENGAN KARET ALAM SIR - 20 MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI WATER GLASS Oleh: Muhammad Yusuf	12-17
PENGARUH BAFFLE CUT TERHADAP UNJUK KERJA TERMAL DAN PENURUNAN TEKANAN PADA ALAT PENUKAR KALOR SHELL AND TUBE SUSUNAN SEGIEMPAT Oleh: Faisal Lubis, Farel H. Napitupulu, Ilimi Abdullah, Zamanhuri	18-25
PEMANFAATAN EKSTRAK <i>Swietenia mahagoni</i> Jacq. SEBAGAI INSEKTISIDA BOTANI TERHADAP TINGKAT MORTALITAS <i>Plutella xylostella</i> : Oleh: Masdiana Sinambela, Suria Pardamean Pangaribuan	26-32
PENGARUH KEBERADAAN ION KALIUM DAN KALSIUM TERHADAP BIOSORPSI ION KADMIUM(II) OLEH BIOMASSA <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TERIMOBILISASI Oleh: Jasmidi	33-37
SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK KERAMIK HASIL CAMPURAN DENGAN BAHAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL BERKUALITAS TINGGI Oleh: Ratu Evina Dibyanti, Asep Wahyu Nugraha	38-44
PENGARUH VARIASI PUTARAN MESIN TERHADAP NOISE PADA KNALPOT KOMPOSIT YANG DILENGKAPI SALURAN DALAM GANDA PADA MOBIL BENSIN KIJANG 7K Oleh: Supriyadi, Ikhwanasyah Isranuri, Bustami Syam, dan Basuki Wirjosentono	45-50
KAJIAN TERMODINAMIKA PENCAMPURAN PADA CAMPURAN BINER BENZENA-ETANOL Oleh: Asep Wahyu Nugraha	51-56
DISTRIBUSI PARAMETER FISIKA-KIMIA PERAIRAN DI SEKITAR PERIKANAN DALAM JARING APUNG DI PERAIRAN BELAWAN Oleh: Idramsa	57-61

KAJIAN TERMODINAMIKA PENCAMPURAN PADA CAMPURAN BINER BENZENA-ETANOL

Asep Wahyu Nugraha

Jurusan Kimia FMIPA UNIMED,
Jl. Willem Iskandar Psr V Medan, 20221

aw.nugraha@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian terhadap sifat-sifat campuran biner campuran biner Benzena - Etanol dan tampilan fungsi-fungsi termodinamikanya berdasarkan pengukuran tekanan uap total. Analisa untuk menentukan idealitas campuran dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara fraksi mol dengan tekanan uap totalnya. Hasil analisa terhadap data penelitian menunjukkan bahwa campuran biner Benzena - Etanol grafik hubungan antara fraksi mol Benzena dengan tekanan uap totalnya menunjukkan adanya penyimpangan yang positif dari kurva untuk larutan ideal. Hal ini membawa konsekuensi pada penentuan kuantitas fungsi-fungsi termodinamika yang memerlukan data tambahan yaitu harga aktivitas (ζ) dan koefisien aktivitas (γ) yang dapat ditentukan dengan menggunakan metoda Barker. Campuran asetonitril-metanol membentuk kompleks molekuler jenis E₃B yaitu [C₆H₆(C₂H₅OH)₃]. Harga konstanta asosiasi pada pembentukan kompleks molekuler C₆H₆(C₂H₅OH)₃ pada suhu 293,15K berturut-turut adalah $K_{CE3B}=7,4637$. Kuantitas fungsi-fungsi termodinamika lainnya pada proses pencampuran tersebut adalah $\Delta\bar{H}_{E3B}^o = 9,895\text{ J/mol}$, $\Delta\bar{G}_{E3B}^o = -4,899\text{ J/mol}$, dan $T\Delta\bar{S}_{E3B}^o = 4908,8899\text{ J/mol}$. Kuantitas fungsi-fungsi termodinamika pencampuran pada suhu 293,15 K dan pada komposisi equimolarnya adalah $\Delta\bar{G}_{mix} = -1011,4\text{ J/mol}$, $\Delta\bar{H}_{mix} = -33\text{ J/mol}$, dan $T\Delta\bar{S}_{mix} = -1649,951\text{ J/mol}$.

ABSTRACT

Study of thermodynamic functions and character on benzene - ethanol binary mixtures were determined based on total vapor pressure measurements. Analysis to determine mixtures ideality was done by plotting the resulted a graph of mole fractions versus total vapor pressures data. Data analysis indicated that the plots of mole fractions versus total vapor pressures data of benzene - ethanol showed that the solutions give positive deviation from ideal behavior. These characters gave consequence that for the determination of thermodynamic functions will need quantities of activity (ζ) and activity coefficient (γ) which can be found by using Barker method. benzene - ethanol mixtures formed molecular complex types E₃B [C₆H₆(C₂H₅OH)₃]. At 298.15K association constants of molecular complex have been found as $K_{CE3B}=7,4637$. Quantities of another thermodynamic functions on equimolar compositions have been found as $\Delta\bar{H}_{E3B}^o = 9,895\text{ J/mol}$, $\Delta\bar{G}_{E3B}^o = -4,899\text{ J/mol}$, $T\Delta\bar{S}_{E3B}^o = 4908,8899\text{ J/mol}$. At 293.15K thermodynamic functions of mixing have been found $\Delta\bar{G}_{mix} = -1011,4\text{ J/mol}$, $\Delta\bar{H}_{mix} = -33\text{ J/mol}$, and $T\Delta\bar{S}_{mix} = -1649,951\text{ J/mol}$.

Keywords: Mixing, binary, activity, association

PENDAHULUAN

Bila dua macam senyawa murni yang tidak saling berreaksi dicampurkan ada tiga kemungkinan yang akan terjadi, yaitu terbentuk larutan ideal, larutan reguler, dan larutan non ideal. Larutan ideal adalah jenis larutan yang tidak mengalami perubahan volume maupun entalpi akibat pencampuran, dan mengikuti hukum Raoult. Larutan yang menyimpang dari hukum Raoult dibedakan menjadi larutan non

ideal dan larutan reguler. Larutan non ideal adalah larutan yang karena interaksi diantara kedua senyawanya menyebabkan menyimpang dari hukum Raoult. Larutan reguler adalah larutan yang karena interaksi diantara kedua senyawanya menyebabkan menyimpang dari hukum Raoult tetapi tidak mengalami perubahan entropi eksek.

Proses terbentuknya jenis-jenis larutan tersebut sangat tergantung pada sifat-sifat senyawa yang bercampur. Bila kedua senyawa yang bercampur

memiliki sifat-sifat yang memungkinkan tidak adanya interaksi antara satu molekul dengan molekul yang lain atau interaksinya sangat kecil, akan mengakibatkan volume campuran merupakan penjumlahan dari volume senyawa murninya dan tidak mengakibatkan perubahan entalpi. Seperti telah dikemukakan di atas bahwa campuran yang memiliki sifat seperti ini dinamakan sebagai larutan ideal.

Dalam mengkaji campuran biner telah dilakukan berbagai metoda dan menggunakan berbagai instrumen. Dalam kebanyakan metoda, untuk mendapatkan kondisi larutan ideal dan kelaikan instrumentasi, keterlibatan pelarut tidak dapat dihindarkan. Hal ini nampaknya merupakan suatu kelemahan yang cukup menonjol dalam melakukan kajian terhadap sifat-sifat termodinamika campuran biner yang dikaitkan dengan pembentukan kompleks molekuler karena dapat memutuskan ikatan antar reaktan (Lin dan Tsay, 1970). Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap asosiasi yang terjadi tanpa memutuskan ikatan antar molekul tersebut.

Adapun permasalahan yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Apakah grafik hubungan antara fraksi mol dengan tekanan uap total campuran biner benzena-etanol mengikuti perhitungan yang diprediksikan hukum Raoult tentang larutan ideal?
2. Bila menyimpang dari sifat larutan ideal, apakah menyimpang positif ataukah menyimpang negatif dari yang diprediksikan oleh perhitungan hukum Raoult?
3. Bagaimanakah tampilan fungsi-fungsi termodinamika pencampuran pada campuran biner benzena - etanol.

Untuk menentukan fungsi-fungsi termodinamika dari campuran non elektrolit sistem biner maupun terner telah banyak dilakukan pembahasan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Dalam proses pengkajian sifat-sifat termodinamika tersebut disajikan dalam beberapa data fisik yaitu data NMR (Howard dkk, 1963; Berkeley Jr. dan Hanna, 1963; McChelan dkk., 1963; Lin dan Tsay, 1970), data IR (Fletcher dan Heller, 1967), data panas pencampuran (Bouffik dkk., 1969; Francesconi, 1988), pengukuran dengan kalorimeter (Polak dkk, 1970; Lorimer dan Jones, 1970) dan perubahan tekanan uap total (Baricet, 1953; Taha dan Christian, 1966).

Dalam penelitiannya J. Von Zawidzki (Lewis dan Randall, 1961) melaporkan data hubungan fraksi mol dari campuran propylene bromide dan ethylene bromide dengan tekanan uapnya diperoleh grafik yang memberikan garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa campuran tersebut mengikuti hukum Raoult sehingga dikategorikan sebagai larutan ideal.

Berikut ini dikemukakan tentang konsep larutan ideal secara molekuler yang terdiri dari dua komponen. Definisi tentang keidealitas menunjukkan bahwa komponen A memiliki kecenderungan yang sama untuk lepas ke fasa uap, apakah komponen A dikelilingi oleh molekul-molekul jenisnya sendiri, oleh molekul-molekul komponen B, sebagian molekul-molekul A atau sebagian molekul-molekul B. Hal ini berarti bahwa gaya antar molekul A-A; B-B; A-B semuanya sama. Kecenderungan untuk lepasnya komponen A dari larutan dapat diukur dari tekanan uap parsial yang sesuai dengan tekanan uap cairan murni dikalikan dengan besarnya fraksi molnya dalam larutan (Rastogi dan Misra, 1992).

Yang membedakan antara larutan ideal dengan larutan non ideal adalah besarnya interaksi antar molekul dalam larutan. Bila kekuatan interaksi (A-B) berbeda dengan dengan interaksi (A-A) dan (B-B) dalam larutan disebut sebagai larutan non ideal. Dalam larutan non ideal jumlah volume zat terlarut dan pelarut berbeda dengan volume akhir, sehingga ΔV_{mix} tidak nol demikian juga ΔH_{mix} tidak nol. Larutan non ideal yang terbentuk bisa memiliki penyimpangan yang negatif dan penyimpangan yang positif dari larutan ideal.

Penyimpangan negatif terjadi jika interaksi A-B lebih besar dibanding interaksi A-A dan B-B, sehingga kecenderungan masing-masing komponen untuk lepas ke fasa uap berkurang. Hal ini menyebabkan tekanan uap yang diamati lebih kecil dibanding yang diprediksikan oleh hukum Raoult. Sistem yang memberikan data penyimpangan negatif dari Hukum Raoult.

Penyimpangan positif terjadi jika interaksi A-B lebih lemah dibanding interaksi A-A dan B-B, dengan demikian kecenderungan komponen-komponen untuk lepas ke fasa uap meningkat. Tekanan uap yang diamati lebih besar dibanding dengan tekanan uap yang diprediksikan oleh hukum Raoult. Bila anggapan ini benar-benar terjadi maka antara kedua senyawa murni tidak saling larut. Secara umum sistem-sistem yang memperlihatkan penyimpangan positif dari hukum Raoult adalah endotermis, yaitu diperlukan panas ketika larutan terbentuk.

Suatu campuran dua zat cair non elektrolit yang dapat menguap A dan B dengan jumlah mol masing-masing adalah n_A dan n_B yang berkesetimbangan dengan uapnya. Dengan asumsi bahwa dalam fase uap hanya terdapat komponen A dan B saja, maka tekanan uap total larutan dinyatakan oleh:

$$P = \zeta_A P_A^* + \zeta_B P_B^* \quad (\text{sumber: Barker, 1953})$$

dengan:

P = tekanan uap total larutan

ζ_A = aktivitas atau fraksi mol aktual spesies A di dalam larutan

ζ_B = aktivitas atau fraksi mol aktual spesies B di dalam larutan

P_A^* = tekanan uap murni zat A pada suhu tertentu dari tekanan uap total tertentu

P_B^* = tekanan uap murni zat B pada suhu tertentu dari tekanan uap total tertentu.

Untuk menentukan harga aktivitas (ζ) dan koefisien aktivitas (γ) dapat ditentukan dengan menggunakan metoda Barker (1953).

METODE PENELITIAN

Bahan yang diperlukan dalam kegiatan penelitian ini adalah: Benzena (pa), Etanol (pa), Aquabides, Kloroform teknis, dan Etanol teknis. Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah: Coolnics, Manometer raksa (terbuat dari pipa kaca), Penangas air, Pompa Vakum, Alat pengukur tekanan uap satu set (terbuat dari bahan kaca), Termometer 100°C , Gelas Kimia 250 mL, Buret 50mL, Gelas Ukur 50mL, Pengaduk kaca, Corong kaca, Piknometer 10mL dilengkapi dengan thermometer, Neraca listrik, dan Barometer.

Dalam penelitian yang diamati adalah tekanan uap dari campuran yang diamati, dengan prosedur sebagai berikut:

Pengukuran tekanan uap cairan murni dan campuran

- 1) Alat pengukur tekanan uap dipasang
- 2) Wadah sampel dan wadah cairan pengusir udara (E) diisi dengan benzena.
- 3) Temperatur perangas air diatur pada temperatur tertentu.
- 4) Kebocoran alat diperiksa dengan cara yang telah diterangkan pada bagian sebelumnya.
- 5) Pengusiran udara dilakukan dengan cara yang telah diterangkan pada bagian sebelumnya.
- 6) Setelah prosedur 4 dan 5 dilakukan, dilanjutkan dengan pengukuran tekanan uap yang pengamatannya dilakukan pada selang-selang waktu tertentu, sampai tercapai keadaan kesetimbangan uap-cair.
- 7) Temperatur perangas air diatur lagi ke suhu percobaan lainnya dan setelah kesetimbangan uap-cair tercapai lagi, skala manometer dicatat lagi.
- 8) Pengerjaan 1 sampai dengan 7 dilakukan sebanyak tiga kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini dikemukakan data hasil pengamatan untuk campuran Benzena - Etanol, yang disajikan dalam bentuk grafik. Berdasar grafik tersebut dapat ditentukan apakah campuran biner tersebut mengikuti

hukum Raoult atau tidak. Bila mengikuti hukum Raoult akan memberikan grafik berupa garis lurus. Berdasarkan grafik yang disajikan dalam gambar diatas terlihat bahwa campuran biner benzena-etanol menyimpang dari keadaan ideal, penyimpangan yang terjadi adalah penyimpangan positif. Karena terjadi penyimpangan dari larutan ideal maka untuk menentukan fungsi-fungsi termodinamika harus mengikuti persamaan-persamaan untuk larutan non ideal. Karena menyimpang dari keadaan larutan ideal mengakibatkan karakteristik larutan tersebut dinyatakan dalam aktivitas yang nilainya tidak sama dengan konsentrasi. Variabel yang menghubungkan antara aktivitas dan konsentrasi adalah koefisien aktivitas. Oleh karena itu dalam menentukan karakteristik larutan harus menentukan nilai aktivitas (ζ) dan koefisien aktivitas (γ).

Dari hasil perhitungan aktivitas, pertama-tama dilakukan analisa terhadap berbagai kemungkinan yang terjadi diantaranya E_B , E_{B_2} , E_3B , E_4B , E_5B , campuran dari berbagai kemungkinan tersebut. Dan berdasarkan hasil simulasi terhadap berbagai kemungkinan diperoleh bahwa kompleks yang terbentuk sesuai dengan persamaan berikut: $E_4 + B$ E_5B

Analisa terhadap persamaan

$$K\zeta_B^3 = \frac{(\zeta_{E_4} + \zeta_B - 1)}{\zeta_B^4} \quad (\text{Nugraha,AW,2004})$$

Bila diperoleh garis paling mendekati lurus maka jenis kompleks yang terbentuk dapat ditentukan. Berikut ini dikemukakan grafik hubungan antara $\frac{(\zeta_{E_4} + \zeta_B - 1)}{\zeta_B^4}$ terhadap ζ_B^3 pada temperatur 293,15 K

Karena terbentuk garis lurus maka jenis kompleks yang terbentuk adalah: $E_4 + B$ E_5B

Untuk jenis kompleks yang lainnya tidak dikemukakan dalam tulisan ini.

Dengan menganggap bahwa perubahan entalpi pembentukan kompleks tidak merupakan fungsi suhu pada rentang suhu percobaan ini, maka ΔH_j^* ($j = E_5B$) dapat dievaluasi melalui plot $\ln K_j$ terhadap $1/T$ dengan lereng $= -\Delta H_j^*/R$. Grafik plot van Hoff tersebut diberikan pada Gambar 3. Dari grafik tersebut diperoleh negatif lerengnya yaitu: $-\Delta H_j^*/R = \text{lereng}$.

Penyusun-ulangan ungkapan di atas dan dengan memasukan harga $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ diperoleh:

$$\Delta \bar{H}_{E_5B}^* = 9,895 \text{ J/mol}$$

Perubahan energi bebas Gibbs standar : $\Delta\bar{G}_i^\circ$; diperoleh melalui ungkapan $\Delta\bar{G}_i^\circ = -RT \ln K_{E3B}$. Pada suhu 298,15 K, harga $\Delta\bar{G}_i^\circ$ tersebut adalah:

$$\Delta\bar{G}_{E3B}^\circ = -RT \ln K_{E3B}$$

$$\Delta\bar{G}_{E3B}^\circ = -8,314 \text{ J/mol.K} \cdot 298,15\text{K} \ln 7,4637$$

$$= -4,899 \text{ kJ/mol}$$

$$T \cdot \Delta\bar{S}_{E3B}^\circ = \Delta\bar{H}_{E3B}^\circ - \Delta\bar{G}_{E3B}^\circ$$

$$= 9,895 \text{ J/mol} - (-4,899 \text{ J/mol})$$

$$= 4908,8899 \text{ J/mol}$$

Kuantitas energi bebas Gibbs pencampuran per mol : $\Delta\bar{G}_{mix}$; pada suhu 298,15 K dihitung melalui hubungan:

$$\Delta\bar{G}_{mix} = RT(X_{E4} \ln \zeta_{E4} + X_B \ln \zeta_B)$$

Hasil perhitungannya disajikan pada Gambar 4.

Entalpi pencampuran per mol stoikiometri larutan : $\Delta\bar{H}_{mix}$; dihitung dengan ungkapan:

$$\bar{H}_{mix} = \left[\frac{-X_B \zeta_{E4}}{((K_{E3B})^{1/4} (\zeta_{E4})^{3/4} - 1)} \right] K_{E3B} \Delta\bar{H}_{E3B}^\circ$$

(Sumber: Nugraha, AW, 2004)

Hasil perhitungannya disajikan pada Gambar 4.

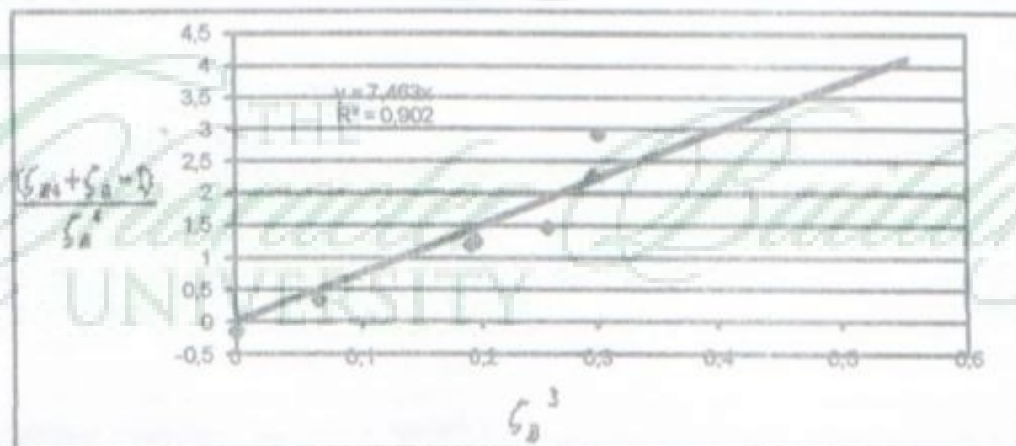
Entropi pencampuran per mol stoikiometri larutan : $\Delta\bar{S}_{mix}$; dicari melalui ungkapan:

$$\Delta\bar{S}_{mix} = \frac{\Delta\bar{H}_{mix} - \Delta\bar{G}_{mix}}{T}$$

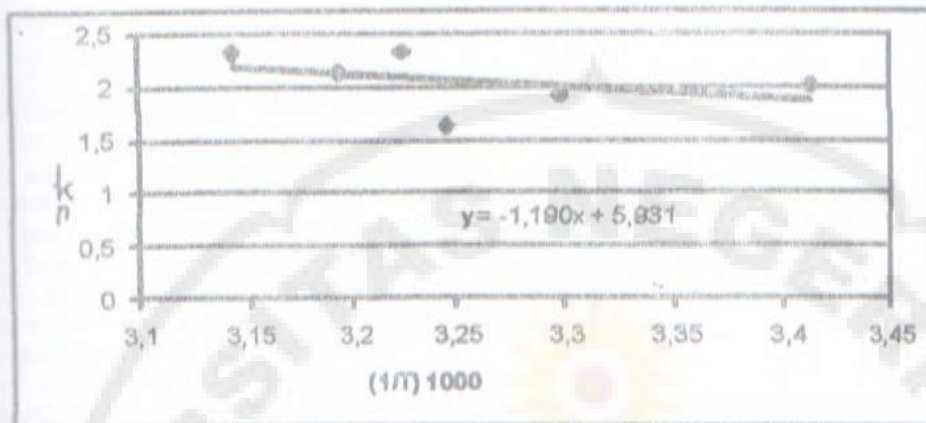
Hasil perhitungannya disajikan pada Gambar 4.



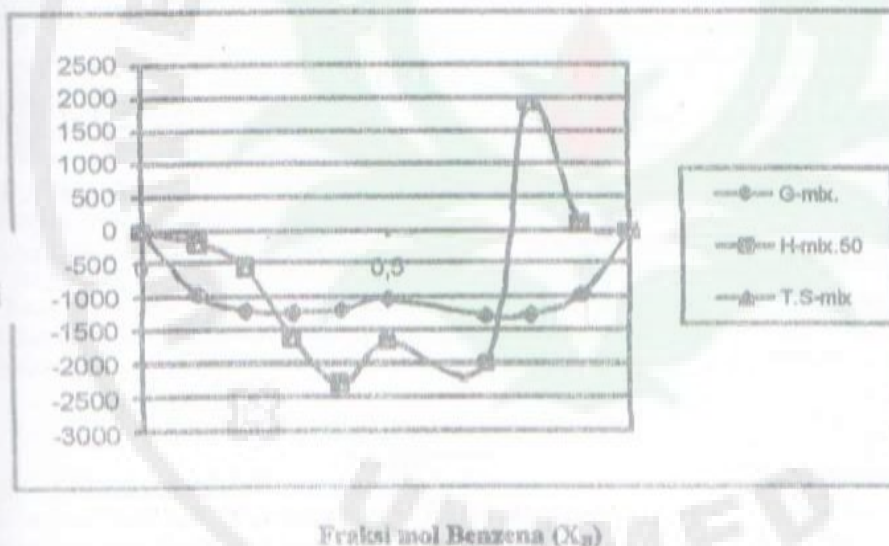
Gambar 1. Kurva Campuran Biner Benzena - Etanol



Gambar 2 Grafik hubungan antara $\frac{(\zeta_{E4} + \zeta_B - 1)}{\zeta_B^3}$ terhadap ζ_B^3



Gambar 3 Grafik antara $\ln K_j$ terhadap $(1/T)$



Gambar 4. Grafik kuantitas $\Delta \bar{G}_{mix}$, $\Delta \bar{H}_{mix}$ dan $T \cdot \Delta \bar{S}_{mix}$ (J/mol) pada 298,15K

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisa terhadap hasil pengukuran tekanan campuran biner-benzena-etanol memberikan kesimpulan, yaitu: campuran benzena-etanol merupakan larutan ideal, penyimpangan yang terjadi pada larutan tersebut adalah penyimpangan positif. Campuran benzena-etanol membentuk kompleks molekuler campuran jenis E₃B yaitu $[C_6H_6(C_2H_5OH)_3]$. Konstanta asosiasi untuk pembentukan kompleks molekuler $[C_6H_6(C_2H_5OH)_3]$ pada suhu 298,15K adalah $K_{E3B} = 7,4637$. Kuantitas fungsi-fungsi termodinamika lainnya pada pencampuran tersebut adalah $\Delta \bar{G}_{mix} = -9,895 \text{ J/mol}$, $T \cdot \Delta \bar{S}_{E3B}^\circ = 4908,8399 \text{ J/mol}$, dan $\Delta \bar{H}_{E3B}^\circ = -4,899 \text{ kJ/mol}$.

5. Kuantitas fungsi-fungsi termodinamika pencampuran pada suhu 298,15 K dan pada komposisi equimolarnya adalah

$$\Delta \bar{G}_{mix} = -1011,4 \text{ J/mol},$$

$$\Delta \bar{H}_{mix} = -33 \text{ J/mol},$$

$$T \cdot \Delta \bar{S}_{mix} = -1649,951 \text{ J/mol}.$$

Berdasar hasil penelitian dan kesimpulan dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian lanjutan tentang campuran yang terdiri dari senyawa-senyawa lainnya.
2. Penelitian lanjutan tentang senyawaan-senyawaan elektrolit.

DAFTAR PUSTAKA

Barker, J. A., 1953, Determination of Activity Coefficients from Total Pressure Measurements, *Austr. J. Chem.*, 6, 207-210.

- Berkeley Jr., P. J. Hanna, M.W., 1963, NMR Studies of Hydrogen Bonding I. Binary Mixtures of Chloroform and Nitrogen Bases, *J. Phys. Chem.*, 67, 846-849.
- Boublik, T., Lam, V.T., Murakami, S. dan Benson, G. C., 1969, The Excess Thermodynamic Functions of Cyclopentane-Carbon Tetrachloride Mixtures, *J. Phys. Chem.*, 73, 2356-2360.
- Fletcher, A.N. dan Heller, C. A., 1967, Self-Association of Alcohols in Nonpolar Solvent, *J. Phys. Chem.*, 71, 3742-3756.
- Francesconi, R., 1988, Excess Thermodynamic Properties for the Binary System 1,4-Dioxane-Acetonitril at 40°C, *J. Chem. Eng.*, 33, 80-83.
- Howard, B. B., Jumper, C. F. dan Emerson, M. T., 1963, Association Constant and NMR Association Shift for Several Chloroform-Base Hydrogen-Bonded Complexes, *J. Mol. Spectrosc.*, 10, 117-130.
- Lewis, G. N. dan Randall, M., 1961, *Thermodynamics*, second edition, Mc Graw Hill Book Company, Inc.
- Lin, W. C., dan Tsay, S., 1970, Nuclear Magnetic Resonance Studies of The Intermolecular Association in Some Binary Mixtures I. Chloroform and Proton-Acceptor Solvents, *J. Phys. Chem.*, 74, 1037-1041.
- Lorimer, J. W. dan Jones, D. E., 1977, Calorimetric Study of Acetonitril-Chloroform Binary Mixtures, *Can. J. Chem.*, 55, 298-301.
- McChellan, A. L., Nicksic, S. W. dan Guffy, J. C., 1963, NMR Study of Hydrogen Bonding between Chloroform and Dimethyl Sulfoxide, Ethylene, and Propylene Carbonates, *J. Mol. Spectrosc.*, 11, 340-348.
- Nugraha, A. W., 2004, Evaluasi Jenis Kompleks Molekuler pada Campuran Biner Asetonitril-Metanol melalui Pengukuran Tekanan Uap Total, *J. Sains Indonesia*, 28 (2), 80-87.
- Polak, J., Murakami, S., Lam, V. T. dan Benson, G. C. 1970, Excess Enthalpy, Volume and Gibbs Free Energy of Cyclopentane-tetrachloroethylene Mixtures at 25°C, *J. Chem. Eng.*, 15, 323-325.
- Rastogi, R. P. dan Misra, R. R., 1992, *An Introduction to Chemical Thermodynamics*, Fifth Edition, Vikas Publishing House PVT Ltd., New Delhi.
- Taha, A. A., Grigg, R. D., Johnson, J. R., Christian S.D. dan Affsprung H. E. 1966 Manometric Apparatus for Vapor and Solutions Studies, *J. Chem. Educ.*, 43, 432-435.

UNIMED

THE
Character Building
UNIVERSITY