

BAB IV

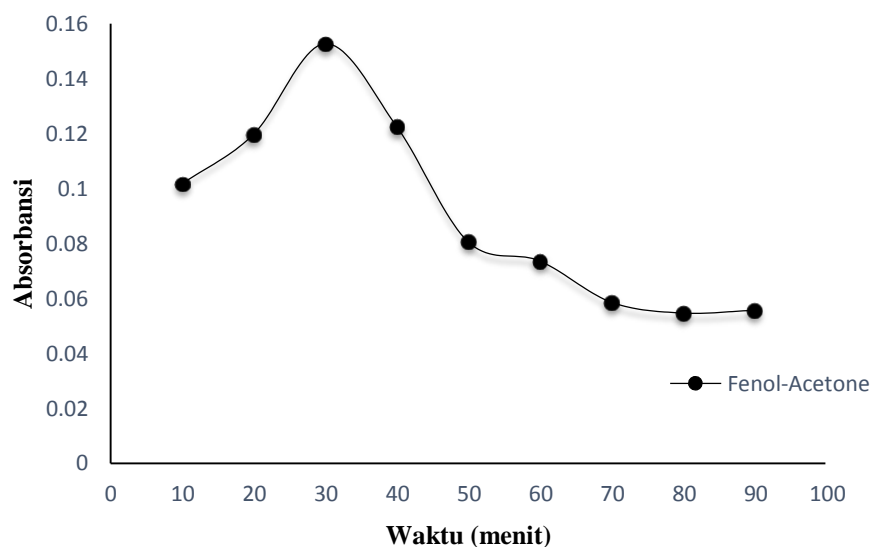
PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Kandungan Total Fenol pada Limbah Cair Industri Tekstil

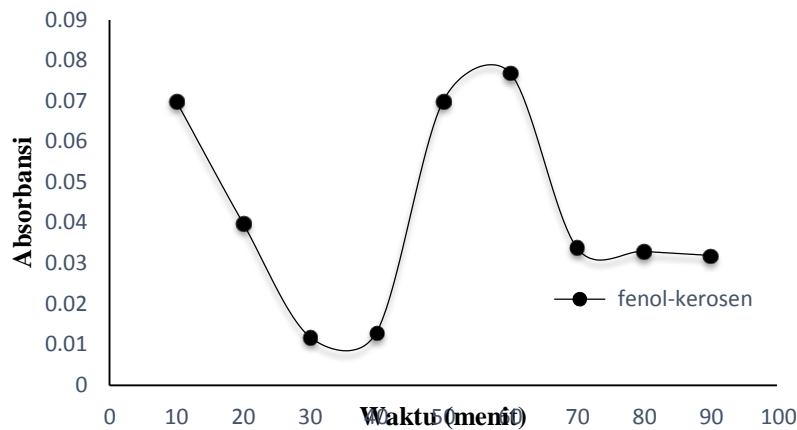
Hasil analisis kandungan total fenol pada limbah cair industri tekstil dengan menggunakan uji Folin-Ciocalteu (FC) yang dilakukan di Lab. Kimia Analitik Jurusan FMIPA Undip, didapatkan hasil bahwa limbah cair industri tekstil mengandung total fenol sebesar 10 ppm. Pemungutan senyawa fenol dilakukan dengan proses Ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut antara lain larutan aseton dan larutan metanol.

4.2 Ekstraksi Senyawa Fenol

4.2.1 Penentuan Waktu Kestimbangan pada Ekstraksi Senyawa Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.



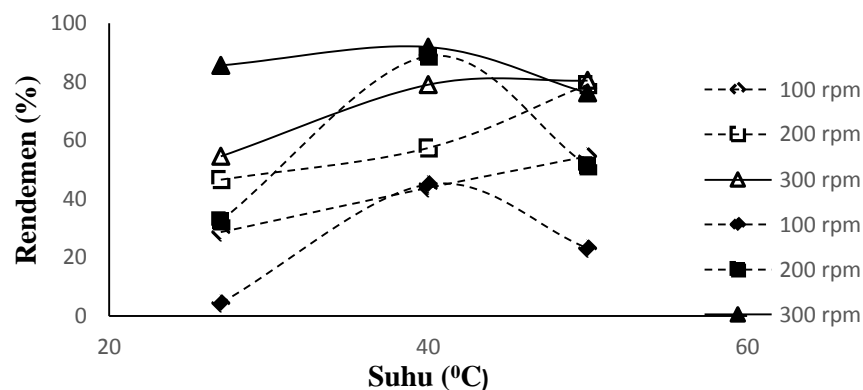
Gambar 4.1 Hubungan Absorbansi & Waktu Kestimbangan di Fase Ekstrak pada Ekstraksi Senyawa Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil



Gambar 4.2 Hubungan Absorbansi & Waktu Kesetimbangan di Fase Rafinat pada Ekstraksi Senyawa Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil

Dari data percobaan diatas dapat dilihat, bahwa konsentrasi fenol konstan tanpa adanya perubahan terjadi pada waktu 70 menit, hal ini menunjukkan bahwa waktu kesetimbangan terjadi pada waktu 70 menit karena konsentrasi fenol yg terekstrak sudah tidak mengalami perubahan terhadap waktu. Dengan data kesetimbangan tersebut didapat waktu kesetimbangan ekstraksi cair-cair senyawa fenol dari limbah cair industri tekstil yaitu selama 70 menit, waktu kesetimbangan ini nantinya digunakan sebagai dasar untuk percobaan semua variabel.

4.2.2 Pengaruh Suhu Terhadap Rendemen pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.



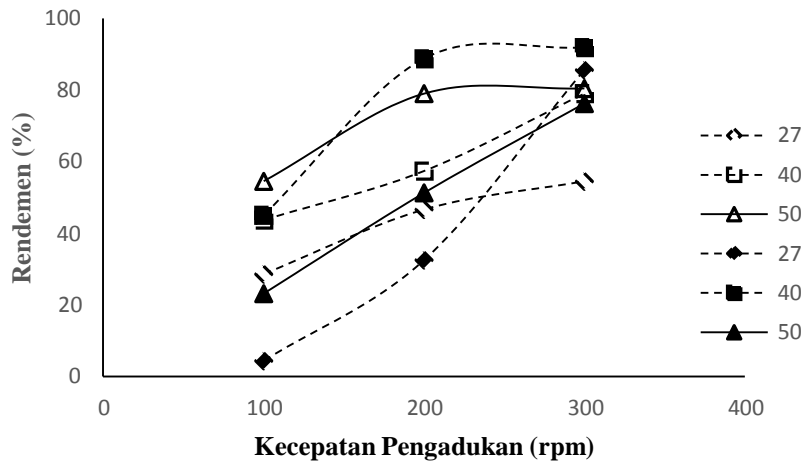
Gambar 4.3 Hubungan Rendemen & Suhu Terhadap Kecepatan Pengadukan pada Ekstraksi Fenol dengan Pelarut Aseton (Hitam) dan Pelarut Metanol (Putih)

Gambar 4.3 menunjukkan pengaruh variasi suhu (28°C, 40°C, 50°C) yang digunakan terhadap rendemen pada ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70 % dan pelarut metanol konsentrasi 70%. Nilai rendemen ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton yang paling besar yaitu pada kondisi suhu 40°C dengan nilai rendemen sebesar 91,87%. Sedangkan nilai rendemen yang paling kecil yaitu pada kondisi tanpa pemanasan (28°C) sebesar 4,375%. Sedangkan nilai rendemen fenol pada ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol paling besar yaitu pada suhu 50°C dengan nilai rendemen sebesar 80,43%. Sedangkan nilai rendemen yang paling kecil terjadi pada kondisi tanpa pemanasan (28°C) sebesar 28,63%.

Kenaikan suhu operasi menunjukkan peningkatan rendemen fenol, akan tetapi pada suhu 50°C nilai rendemen mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena pada suhu 50°C sudah mendekati titik didih dari pelarut aseton sehingga ada beberapa molekul dari pelarut yang berubah menjadi fase uap yang dapat menurunkan kemampuan pelarut untuk mengikat solut, selain itu senyawa fenol yang terekstrak sudah mendekati jenuh sehingga penambahan suhu sudah tidak efisien lagi (Tiara Febriyanti,2004). Hal ini menunjukkan bahwa suhu paling optimum yang digunakan pada ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70% yaitu pada suhu 40°C.

Pada ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol rendemen mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan suhu tidak sama seperti ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton, karena titik didih metanol lebih tinggi jika dibandingkan dengan aseton jadi pelarut metanol masih bisa mengikat solut, namun kenaikan rendemen tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu paling optimum yang digunakan pada ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut metanol konsentrasi 70% yaitu pada suhu 50°C.

4.2.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Rendemen pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.



Gambar 4.4 Hubungan Rendemen & Kecepatan Pengadukan Terhadap Suhu pada Ekstraksi Fenol dengan Pelarut Aseton (Hitam) dan Pelarut Metanol (Putih)

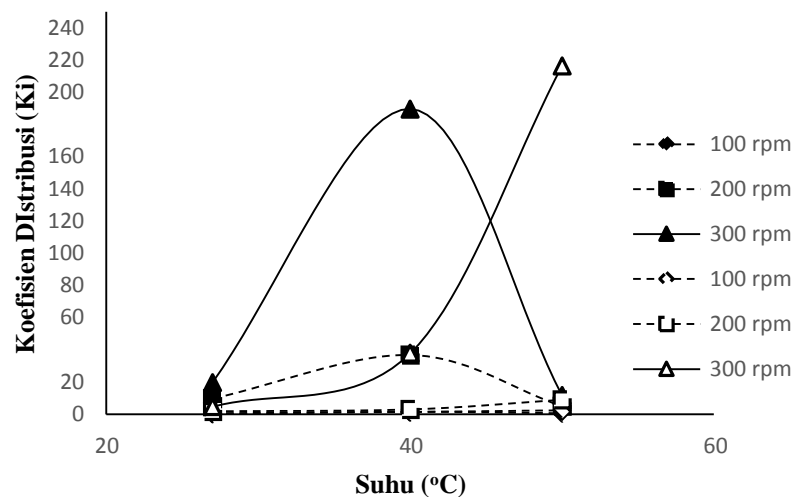
Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan (100 rpm, 200 rpm, 300 rpm) yang digunakan terhadap rendemen pada ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70% dan pelarut metanol konsentrasi 70%. Nilai rendemen pada ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton yang paling besar yaitu pada kondisi kecepatan pengadukan sebesar 300 rpm. Nilai rendemen mengalami peningkatan seiring dengan semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan, Sedangkan untuk ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol sama seperti ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton nilai rendemen ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut metanol yang paling besar yaitu pada kondisi kecepatan pengadukan sebesar 300 rpm.

Untuk ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton dan metanol nilai rendemen mengalami peningkatan seiring dengan semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan, karena semakin besar kecepatan pengadukan akan memperbesar gaya dorong (*driving force*) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi sehingga pelarutan solut dari diluen dapat berlangsung maksimal. Selain itu semakin besar kecepatan pengadukan maka akan memperbesar bidang kontak antara kedua cairan.

4.2.4 Pengaruh Pelarut Terhadap Rendemen pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70%, didapatkan nilai rendemen ekstraksi fenol dari limbah cair industri tekstil yang paling optimum sebesar 91,87%, dengan kondisi operasi kecepatan pengadukan 300 rpm dan suhu 40°C, sedangkan pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut metanol konsentrasi 70%, didapatkan nilai rendemen fenol dari limbah cair industri tekstil yang paling optimum sebesar 80.43 %, dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan suhu 50°C. Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa pelarut yang paling optimum yang dapat digunakan untuk ekstraksi senyawa fenol dari limbah cair industri tekstil yaitu aseton.

4.2.5 Pengaruh Suhu Terhadap Koefisien Distribusi pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.



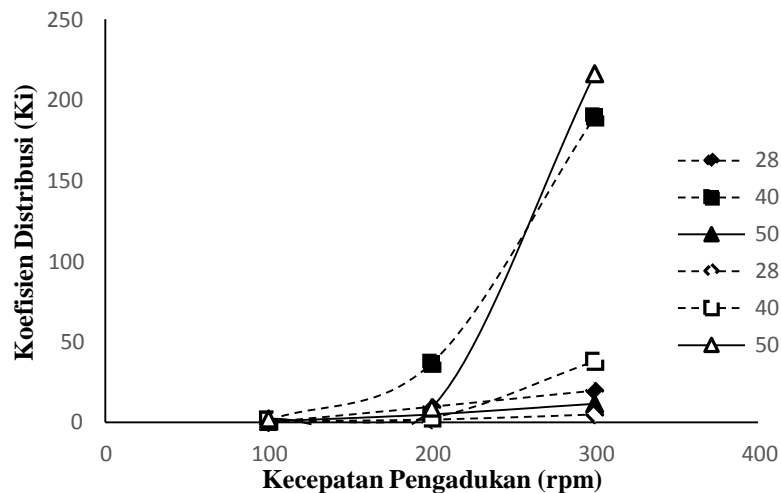
Gambar 4.5 Hubungan Koefisien Distribusi & Suhu Terhadap Kecepatan Pengadukan pada Ekstraksi Fenol dengan Pelarut Aseton (Hitam) dan Pelarut Metanol (Putih)

Gambar 4.5 menunjukkan pengaruh suhu yang digunakan terhadap koefisien distribusi (Ki) ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70% dan pelarut metanol konsentrasi 70%. Nilai Ki ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton paling besar terjadi pada kondisi operasi suhu 40°C

dengan nilai K_i sebesar 189,529. Sedangkan nilai K_i yang paling rendah terjadi pada kondisi operasi tanpa pemanasan (28°C) sebesar 0,122. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi operasi paling optimum yaitu pada suhu 40°C . Sedangkan Nilai K_i ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol paling besar terjadi pada kondisi operasi dengan suhu 50°C dengan nilai K_i sebesar 216,334. Sedangkan nilai K_i yang paling rendah terjadi pada kondisi operasi tanpa pemanasan (28°C) sebesar 0,6845. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi paling optimum yaitu suhu 50°C .

Pada ekstraksi menggunakan pelarut aseton kenaikan suhu operasi menunjukkan peningkatan nilai koefisien distribusi (K_i), akan tetapi pada suhu 50°C nilai koefisien distribusi (K_i) mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena pada suhu 50°C sudah mendekati titik didih dari pelarut aseton sehingga ada beberapa molekul dari pelarut yang berubah menjadi fase uap yang dapat menurunkan kemampuan pelarut untuk mengikat solut, selain itu senyawa fenol yang terekstrak sudah mendekati jenuh sehingga penambahan suhu sudah tidak efisien lagi, sedangkan ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol nilai koefisien distribusi (K_i) mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan suhu, tidak sama seperti ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton, karena titik didih metanol lebih tinggi jika dibandingkan dengan aseton jadi pelarut metanol masih bisa mengikat solut. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka fenol yang berpindah ke fase ekstrak semakin meningkat.

4.2.6 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Koefisien Distribusi pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.



Gambar 4.6 Hubungan Koefisien Distribusi & Kecepatan Pengadukan Terhadap Suhu pada Ekstraksi Fenol dengan Pelarut Aseton (Hitam) dan Pelarut Metanol (Putih)

Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan terhadap nilai koefisien distribusi pada ekstraksi senyawa fenol dari limbah cair industri tekstil menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70% dan pelarut metanol konsentrasi 70%. Nilai koefisien distribusi (K_i) mengalami kenaikan seiring dengan semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan. Hal ini menandakan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan maka fenol yang berpindah ke fase ekstrak semakin meningkat. Untuk ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton dan metanol nilai koefisien distribusi (K_i) mengalami peningkatan seiring dengan semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan, karena semakin besar kecepatan pengadukan akan memperbesar gaya dorong (*driving force*) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi sehingga pelarutan solut dari diluen dapat berlangsung maksimal. Selain itu semakin besar kecepatan pengadukan maka akan memperbesar bidang kontak antara kedua cairan (MV Purwani, 2013).

4.2.7 Pengaruh Pelarut Terhadap Koefisien Distribusi pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton konsentrasi 70 %, didapatkan nilai koefisien distribusi ekstraksi fenol dari limbah cair industri tekstil yang paling optimum sebesar 189,529, dengan kondisi operasi kecepatan pengadukan 300 rpm dan suhu 40°C. Sedangkan pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut metanol konsentrasi 70%, didapatkan nilai koefisien distribusi fenol dari limbah cair industri tekstil yang paling optimum sebesar 216,334, dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan suhu 50°C. Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa pelarut yang paling optimum yang dapat digunakan untuk ekstraksi senyawa fenol dari limbah cair industri tekstil yaitu metanol, dengan nilai koefisien yang besar maka penggunaan dari pelarut lebih sedikit, jika dibandingkan dengan menggunakan pelarut yang nilai koefisien distribusinya kecil.

4.2.8 Pemodelan Kesetimbangan Cair-cair pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil dengan Pelarut Aseton.

Pada percobaan yang telah dilakukan didapat data kesetimbangan cair-cair sistem terner pada ekstraksi cair-cair limbah industri tekstil yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Kesetimbangan Cair-cair Ekstraksi Fenol di Fase Ekstrak

No	Fraksi mol fenol (X_a)	Fraksi mol Air (X_c)	Fraksi mol Aseton (X_b)
1	5.928E-08	0.262	0.737
2	4.898E-07	0.292	0.707
3	1.288E-06	0.291	0.708
4	6.613E-07	0.284	0.715
5	1.333E-06	0.291	0.708
6	1.380E-06	0.291	0.708
7	3.115E-07	0.261	0.738
8	7.279E-07	0.275	0.724
9	1.205E-06	0.306	0.693

Tabel 4.2 Data Kesetimbangan Cair-cair Ekstraksi Fenol di Fase Rafinat

No	Fraksi mol fenol (Y_a)	Fraksi mol Aseton (Y_b)	Fraksi mol Kerosen (Y_d)
1	1.574E-06	0.134	0.865
2	1.687E-07	0.137	0.862
3	2.06E-07	0.21	0.789
4	1.412E-06	0.137	0.862
5	1.211E-07	0.134	0.865
6	2.439E-08	0.131	0.868
7	1.703E-06	0.128	0.871
8	4.857E-07	0.124	0.875
9	3.514E-07	0.127	0.872

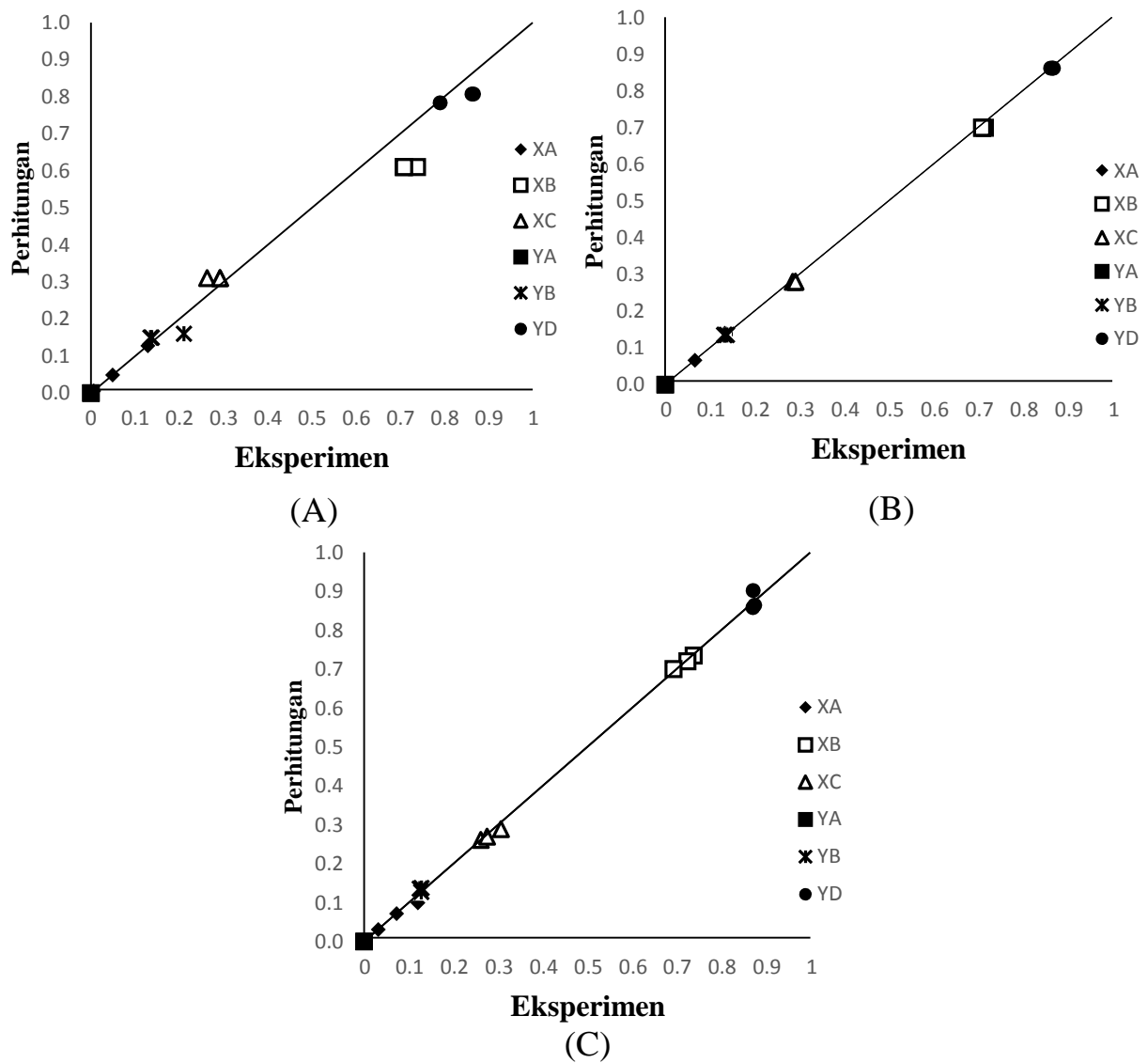
Pada data kesetimbangan cair-cair yang sudah didapat dari hasil eksperimen dengan menggunakan pelarut aseton selanjutnya di korelasikan ke dalam pemodelan *Three-Suffix* Margulles. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa perbandingan hasil perhitungan dan eksperimental fraksi mol dalam fase ekstrak dan fase rafinat, dari hasil korelasi data kesetimbangan cair-cair model *Three-Suffix* Margulles memberikan korelasi yang baik terhadap data kesetimbangan cair-cair. Hal tersebut ditunjukkan dengan grafik hasil korelasi yang dapat mem-fitting data kesetimbangan cair-cair dengan baik, maka model *Three-Suffix* Margulles cocok untuk memprediksi kesetimbangan cair-cair pada proses ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut aseton 70%.

Tabel 4.3 Koefisien Aktifitas Hasil Perhitungan dengan Model *Three-Suffix* Margulles Untuk Ekstraksi Fenol Menggunakan Pelarut Aseton

Suhu	γ_{X_A}	γ_{X_B}	γ_{X_C}	γ_{Y_A}	γ_{Y_B}	γ_{Y_D}
27	1.143	1.292	2.132	1.158	4.711	0.871
40	1.181	1.105	2.464	1.222	5.718	0.801
50	1.197	1.091	2.546	1.225	5.861	0.795

Tabel 4.4 Parameter Interaksi dengan Model *Three-Suffix* Margulles Untuk Ekstraksi Fenol Menggunakan Pelarut Aseton

Suhu	A ₁₂	A ₂₁	A ₁₃	A ₃₁	A ₂₃	A ₃₂	B ₁₂	B ₂₁	B ₁₃	B ₃₁	B ₂₃	B ₃₂
27	0.2	0.2	0.2	0.2	1.12	2.21	1.46	0.2	0.2	0.2	1.39	4.97
40	1.76	0.1	0.1	0.1	2.67	0.42	1.13	0.1	0.1	0.1	0.85	5.54
50	0.1	0.1	0.1	0.1	2.55	1.6	0.02	0.1	0.1	0.7	0.72	7.48



Gambar 4.7 Hubungan antara Data Hitung dan Data Eksperimen untuk Ekstraksi Fenol Menggunakan Pelarut Aseton Pada Suhu (A) 27°C, (B) 40°C, (C) 50°C dengan Model *Three-Suffix* Margules

4.2.9 Pemodelan Kestimbangan Cair-cair pada Ekstraksi Fenol dari Limbah Cair Industri Tekstil dengan Pelarut Metanol.

Tabel 4.5 Data Kestimbangan Cair-cair Ekstraksi Fenol di Fase Ekstrak

No	Fraksi Mol Fenol (X_A)	Fraksi Mol Air (X_B)	Fraksi Mol Aseton (X_C)
1	2.492E-07	0.168	0.831
2	4.274E-07	0.177	0.822
3	5.673E-07	0.201	0.798
4	3.981E-07	0.176	0.823
5	5.595E-07	0.188	0.811
6	7.698E-07	0.188	0.811
7	4.712E-07	0.167	0.832
8	7.712E-07	0.189	0.81
9	8.397E-07	0.202	0.797

Tabel 4.6 Data Kestimbangan Cair-cair Ekstraksi Fenol di Fase Rafinat

No	Fraksi Mol Fenol (Y_A)	Fraksi Mol Aseton (Y_B)	Fraksi Mol Kerosen (Y_D)
1	2.304E-06	0.004	0.995
2	1.526E-06	0.057	0.942
3	7.459E-07	0.07	0.929
4	1.691E-06	0.053	0.946
5	1.168E-06	0.073	0.926
6	1.219E-07	0.095	0.904
7	1.259E-06	0.024	0.975
8	5.350E-07	0.047	0.952
9	2.438E-08	0.06	0.939

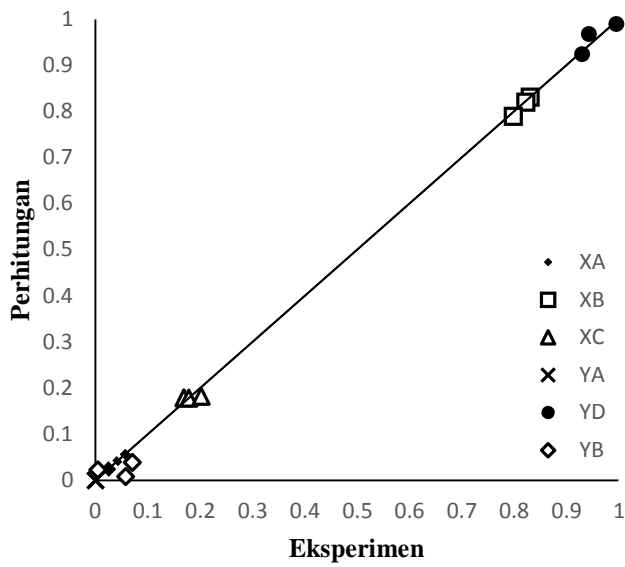
Pada data kesetimbangan sistem terner yang sudah didapat dari hasil eksperimen dengan menggunakan pelarut metanol selanjutnya di korelasikan kedalam pemodelan *Three-Suffix* Margulles. Gambar 4.8 menunjukkan bahwa perbandingan hasil perhitungan dan eksperimental fraksi mol dalam fase ekstrak dan fase rafinat. Pada korelasi sistem terner, sistem terner dapat diprediksi berdasarkan parameter interaksi biner yang didapatkan dari hasil korelasi model terhadap data kesetimbangan cair-cair, dari hasil korelasi data kesetimbangan cair-cair model *Three-Suffix* Margulles memberikan korelasi yang baik terhadap data kesetimbangan cair-cair system pelarut metanol . Hal tersebut ditunjukkan dengan Gambar 4.8 grafik hasil korelasi yang dapat mem-*fitting* data kesetimbangan cair-cair dengan baik, maka model *Three-Suffix* Margulles cocok untuk memprediksi kesetimbangan cair-cair pada proses ekstraksi fenol dengan menggunakan pelarut metanol 70 %.

Tabel 4.7 Koefisien Aktifitas Hasil Perhitungan dengan Model *Three-Suffix* Margulles Untuk Ekstraksi Fenol Menggunakan Pelarut Metanol

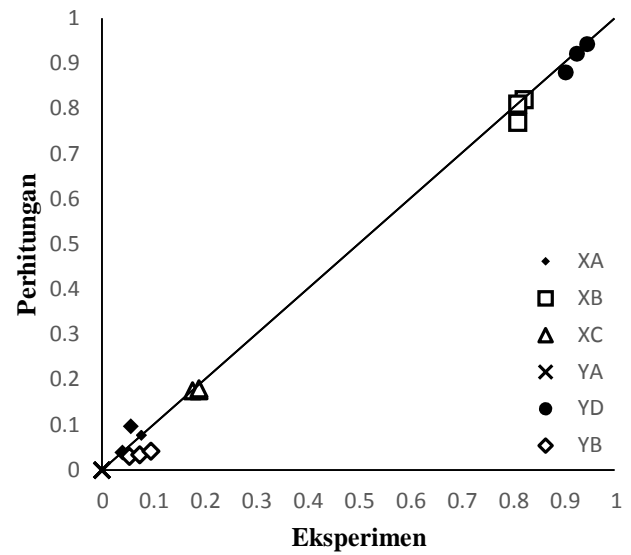
Suhu	γ_{X_A}	γ_{X_B}	γ_{X_C}	γ_{Y_A}	γ_{Y_B}	γ_{Y_D}
27	1.53	0.924	4.978	1.623	48.84	0.931
40	1.519	0.933	4.769	1.472	21.55	0.924
50	1.511	0.932	4.812	1.505	23.93	0.931

Tabel 4.8 Parameter Interaksi dengan Model *Three-Suffix* Margulles Untuk Ekstraksi Fenol Menggunakan Pelarut Metanol

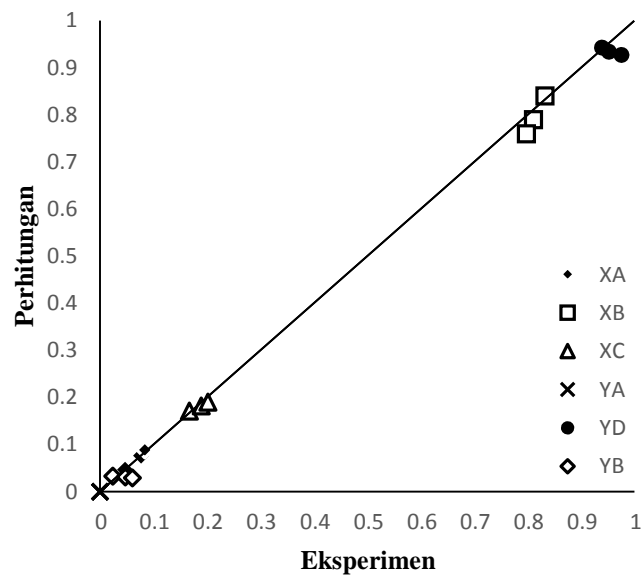
Suhu	A ₁₂	A ₂₁	A ₁₃	A ₃₁	A ₂₃	A ₃₂	B ₁₂	B ₂₁	B ₁₃	B ₃₁	B ₂₃	B ₃₂
27	0.5	0.5	0.5	2.999	6.55	0.5	1.06	0.5	0.2	0.5	5.7	5.28
40	0.57	0.51	0.51	1	6.12	0.01	2.35	1	1.1	5.85	2.64	7.07
50	0.32	0.5	0.01	0.5	4.07	1.37	1.17	0.25	0.18	0.55	2.08	4.81



(A)



(B)



(C)

Gambar 4.8 Hubungan antara Data Hitung dan Data Eksperimen untuk Ekstraksi Fenol Menggunakan Pelarut Metanol Pada Suhu (A) 27°C, (B) 40°C, (C) 50°C dengan Model *Three-Suffix Margules*

Tabel 4.3 dan Tabel 4.7 menunjukkan nilai koefisien aktivitas proses ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol dan pelarut aseton yang diperoleh dari perhitungan dengan model *Three-Suffix* Margules, dari nilai koefisien aktivitas pada masing-masing komponen menunjukkan komponen fenol, aseton dan metanol pada fase ekstrak bernilai satu, hal ini menunjukkan komponen fenol, aseton dan metanol berada dalam keadaan ideal dalam sistem ini, tetapi nilai koefisien aktivitas komponen air pada fase ekstrak bernilai lebih besar dari satu, hal ini menunjukkan bahwa komponen air berada dalam keadaan tidak ideal dalam sistem ini. Sedangkan nilai koefisien aktivitas pada masing-masing komponen menunjukkan komponen fenol dan kerosen pada fase rafinat bernilai satu, hal ini menunjukkan komponen fenol dan kerosen berada dalam keadaan ideal dalam sistem ini, tetapi nilai koefisien aktivitas komponen aseton dan metanol pada fase rafinat bernilai lebih besar dari satu, hal ini menunjukkan bahwa komponen air berada dalam keadaan tidak ideal dalam sistem.

Tabel 4.4 dan Tabel 4.8 menunjukkan optimasi parameter *Three-Suffix* Margules untuk ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton dan ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol, parameter interaksi model *Three-Suffix* Margules tidak menunjukkan perubahan yang cukup signifikan dengan adanya perubahan suhu pada proses ekstraksi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter *Three-Suffix* Margules untuk Ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton dan ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu.

Gambar 4.7 dan gambar 4.8 menunjukkan bahwa antara data eksperimen dan data hasil perhitungan untuk ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton dan pelarut metanol dengan model *Three-Suffix* Margules telah mem-*fitting* data kesetimbangan dengan baik. Data kesetimbangan hasil eksperimen ekstraksi fenol menggunakan pelarut metanol dengan model *Three-Suffix* Margules dapat mem-*fitting* data kesetimbangan lebih baik jika dibandingkan dengan data kesetimbangan hasil eksperimen ekstraksi fenol menggunakan pelarut aseton. Hal ini dapat disimpulkan bahwa model *Three-Suffix* Margules cocok untuk memprediksi data kesetimbangan cair-cair pada ekstraksi fenol dari limbah cair industri tekstil.

