

Metoda Ekstraksi Cair-Cair sebagai Alternatif untuk Pembersihan Lingkungan Perairan dari Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Agus M. H. Putranto

Abstract: Telah dilakukan penelitian tentang pembersihan lingkungan perairan melalui metoda ekstraksi cair-cair dalam rangka mengurangi polusi lingkungan yang dihasilkan oleh limbah cair industri kelapa sawit, yang manfaatnya dapat sebagai bahan dasar industri makanan dan farmasi. Metode ini bermanfaat untuk mengekstraksi limbah cair yang mengandung gugus yang bersifat hidrofili dan lebih sukar menguap daripada air. Apabila dibandingkan dengan metode pengendapan yang konvensional untuk larutan dengan konsentrasi asam yang tinggi, maka metode ini lebih cocok untuk larutan dengan konsentrasi asam-asam karboksilat kurang dari 3%. Apabila dibandingkan dengan limbah cair agroindustri sebenarnya, maka pada penelitian ini dipergunakan limbah model yang berisi 5 g/l dan 10 g/l asam butirat dalam larutannya. Penelitian dilakukan dalam berbagai konsentrasi pelarut mulai dari 30% - 80% volume TBF dan TEF sebagai pelarut utama dalam campuran dengan dodekana sebagai pelarut pendamping (*diluent*). Pengurangan massa jenis dan viskositas yang dimiliki pelarut utama, oleh adanya *diluent* akan sangat membantu dalam proses ekstraksi dan transfer massa. Persentase asam terekstraksi dalam fasa organik dalam rasio pelarut secara volumetri telah ditentukan dalam penelitian ini, yaitu kemampuan maksimum pelarut TBF pada 80% v/v mencapai 53,34% dan 52,78% untuk pelarut TEF. Selanjutnya dari sifat ketidaklarutan dalam air dan kemampuan ekstraksinya, TBF dan TEF, belum dapat dipromosikan sebagai ekstrakstan untuk penggunaan dalam industri kelapa sawit, dikarenakan tidak semua asam butirat yang ada di dalam limbah cair tersebut dapat diekstraksi.

Kata Kunci: ekstraksi cair-cair, asam butirat, TBF, TEF, polusi perairan.

PENDAHULUAN

Melihat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi hingga saat ini, telah banyak memberi manfaat bagi kesejahteraan hidup manusia, antara lain berupa kemudahan di segala bidang dalam memenuhi kebutuhan hidupnya di muka bumi ini. Namun disisi lain dampak negatif dari kemajuan teknologi telah mengakibatkan kerusakan lingkungan cukup serius.

Sebagai contoh, manusia dalam mengeksplorasi alam, menggunakan teknologi tidak ramah lingkungan, kemudian membuang limbahnya ke perairan, tanpa melalui perlakuan terlebih dahulu, sehingga meninggalkan polutan sangat berbahaya bagi flora maupun fauna yang hidup di perairan tersebut. Apabila flora dan fauna yang telah terkontaminasi oleh polutan kemudian dikonsumsi oleh manusia, maka akhirnya

manusia juga yang akan menanggung resikonya.

Pembuangan limbah cair dari hasil produksi agroindustri seperti industri kelapa sawit ternyata mengandung asam-asam karboksilat dan asam lemak bebas termasuk didalamnya asam butirat yang dapat mengganggu kelestarian lingkungan. Asam-asam karboksilat dan asam lemak bebas yang terlarut dalam limbah cair ini apabila dibiarkan, jelas akan mengganggu kehidupan biota yang ada diperairan. Oleh sebab, itu perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah cair tersebut.

Teknik pengolahan limbah cair agroindustri dengan metoda pengomplekskan, pengendapan, destilasi, pertukaran ion dan lain sebagainya, telah dikenal sejak dulu. Namun, metoda-metoda tersebut dinilai tidak ekonomis. Dengan perkembangan sains dan teknologi, telah ditemukan cara pengolahan limbah cair tersebut, yaitu dengan metoda ekstraksi cair-cair/*Liquid-liquid Extraction (LLE)*. Keunggulan metoda ini antara lain, pelarut organik yang dipergunakan dapat didaur ulang, sehingga dapat terus digunakan, asam-asam karboksilat hasil ekstraksinya dapat dipisahkan antara satu asam dengan lainnya

dan memiliki kemurnian yang tinggi. Dengan demikian metoda ini bermanfaat ganda. Disamping dapat membersihkan lingkungan dari pencemaran asam-asam organik yang larut dalam limbah cair, asam-asam karboksilatnya dapat dijual kembali, sebab memiliki kemurnian yang tinggi.

Metoda ekstraksi cair-cair (*LLE*) inipun mengalami inovasi beberapa kali dalam hal penggunaan jenis pelarut organiknya. Mulai dari penggunaan alkohol, ketone, eter dan ester, yang kini dinilai memiliki daya ekstraksi rendah, ditandai dengan rendahnya harga koefisien partisinya. Nilai koefisien partisi (m) adalah merupakan perbandingan fraksi massa antara zat yang berada pada fasa organik dengan fraksi massa zat yang berada pada fasa air. Dengan diketemukannya pelarut organik tipe organo phosphor dan amina tersier rantai panjang, maka persoalan tentang rendahnya harga koefisien partisi dapat teratasi. Dikarenakan, kedua tipe pelarut tersebut memiliki daya ekstraksi tinggi. Dengan mengetahui reaksi yang terjadi antara asam karboksilat dengan gugus fungsi yang ada dalam masing-masing pelarut ini, maka

akan diketahui pelarut mana yang memiliki daya ekstraksi lebih tinggi.

Industri pengolahan kelapa sawit dalam produksinya menghasilkan asam-asam lemak yang larut dan tidak larut dalam air. Asam stearat, asam palmitat, asam linoleat, asam oleat adalah merupakan asam-asam lemak tidak bebas yang tidak larut di dalam air dan persentasenya cukup besar, sehingga asam-asam tersebut dapat dipisahkan dengan mudah yang sekaligus menjadi produksi utama. Sedangkan asam lemak bebas dengan rantai karbon pendek sebagai produksi tambahan dengan persentase kecil, kebanyakan larut di dalam air, sehingga sulit untuk dipisahkan. Hal ini yang biasanya diabaikan dan langsung dibuang sebagai limbah cair, sehingga mencemari lingkungan perairan. Maka dalam penelitian ini berhasil dipisahkan asam-asam karboksilat tersebut dari limbah cairnya, agar tidak mencemari lingkungan dan nantinya dapat dimurnikan untuk dijual lagi, sehingga dapat mengurangi biaya operasional penanganan limbahnya. Dalam penelitian ini dipergunakan limbah model dengan variasi persentase volume (v/v) pelarut organo fosfor terhadap diluentnya

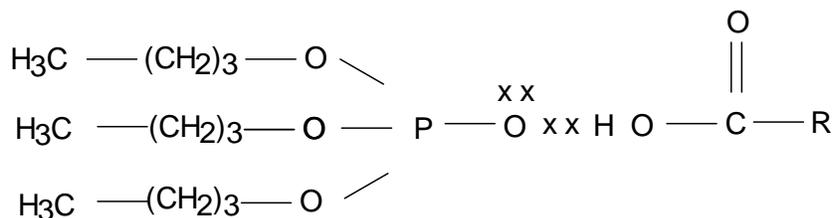
mulai dari 30% - 80% (v/v). Sedangkan perbandingan volume antara fasa organik (pelarut organik + *diluent*) dengan fasa airnya (larutan asam butirat dalam air) adalah 1 : 1. Campuran fasa organik dengan fasa air kemudian dikocok selama 3 jam sebagai proses kontak ekstrasinya, kemudian didiamkan selama 2 jam untuk penyempurnaan proses pemisahannya. Kemudian dianalisa pada fasa airnya untuk mengetahui kemampuan ekstraksi dari masing-masing pelarut organiknya.

Ekstraksi cair-cair/*Liquid-Liquid Extraction (LLE)*, adalah merupakan sistem pemisahan secara kimia-fisika dimana zat yang akan diekstraksi, dalam hal ini asam-asam karboksilat atau asam-asam lemak bebas yang larut dalam fasa air, dipisahkan dari fasa airnya dengan menggunakan pelarut organik, yang tidak larut dalam fasa air, secara kontak langsung baik kontinyu maupun diskontinyu (Coeure et al, 1965).

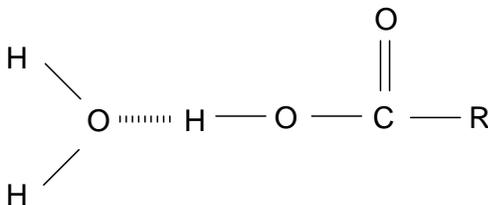
Sistem ekstraksi cair-cair (*Liquid-liquid Extraction*) dengan menggunakan pelarut organik untuk memisahkan asam-asam organik, mendapatkan perhatian dikalangan para peneliti, beberapa tahun belakangan ini. Terutama pemakai-

an pelarut organo phosphor seperti, tributilfosfat (TBF), trietilfosfat (TEF) dan pemakaian amine tersier rantai panjang, misalnya triisooktilamine (TIOA), trialkilamin (TAA) (Tamada et al, 1990; Yang et al, 1991; Kirsch and Maurer, 1997). Mengingat pema-

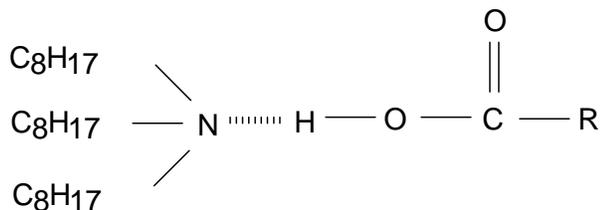
kaian pelarut secara konvensional seperti, alkohol, ketone dan eter hanya menghasilkan koefisien partisi rendah, ditambah lagi pelarut tersebut banyak larut di dalam air, sehingga akan sangat merugikan (Kertes and King, 1986).



Gambar 1. Reaksi antara TBF/ TEF dengan asam karboksilat



Gambar 2. Ikatan hidrogen antara molekul air dengan asam karboksilat



Gambar 3. Reaksi ikatan TIOA/TAA dengan asam karboksilat

Pada Gambar 1, terlihat dalam ikatan fosfor–oksigen sebagai gugus fosforil berfungsi sebagai basa Lewis yang lebih kuat daripada ikatan karbon–oksigen pada pemakaian pelarut konvensional, mengakibatkan peningkatan koefisien partisi

pada pemisahan asam karboksilat dari fasa airnya (Duarte, et al, 1989; Faizal, et al, 1990; Smagghe, et al, 1991). Pemakaian diluent akan lebih sinergis dengan pelarut utama dalam hal ini TBF, apabila menggunakan diluent yang bersifat polar,

walaupun memiliki daya ekstraksi lebih, namun kebanyakan diluent yang polar lebih banyak larut dalam air, sehingga akan merugikan proses ekstraksinya (Marmary et al, 2000).

Pada Gambar 2, terlihat ikatan hidrogen yang terjadi antara molekul air dengan asam karboksilatnya. Ikatan hidrogen yang terjadi pada Gambar 2, dapat dipatahkan oleh adanya gugus fosforil dari TBF, karena ikatan antara atom O dengan atom P pada TBF lebih elektronegatif daripada ikatan hidrogen antara atom H dan O pada fasa air. Sehingga, akan terjadi reaksi penarikan molekul asam oleh gugus fosforil pada TBF seperti pada Gambar 1. Triisooktilamine (TIOA) dengan rumus $(C_8H_{17})_3N$ memiliki sifat kimia-fisika antara lain, viskositas yang tinggi ($\mu = 15 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ pada 20°C) dan massa jenis ($\rho = 0,816 \text{ Kg}/\text{dm}^{-3}$ pada 20°C). Seperti keterangan di atas, selisih massa jenis yang baik untuk memudahkan proses pemisahan antara fasa organik dan fasa air adalah ($\Delta\rho \geq 0,1 \text{ Kg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Faktor ini akan memfasilitasi proses pengendapan dan stabilitas antar fasa. Seperti halnya pada TBF, pemakaian TIOA pun masih memerlukan diluent. Sebab formasi ikatan asam karboksilat-

amina (seperti terlihat pada Gambar 3) akan sangat dipengaruhi jenis diluent yang dipergunakan.

Pada Gambar 3, terlihat ikatan antara asam karboksilat dengan TIOA. Seperti halnya pada TBF, maka adanya pasangan elektron hampa (*lone pair electron*) pada atom nitrogen akan mampu mematahkan ikatan hidrogen antara atom O dan H seperti pada Gambar 1. Sehingga, akan terbentuk ikatan antara asam karboksilat dengan TIOA seperti pada Gambar 3. Apalagi dengan adanya diluent akan menyebabkan gugus amine lebih bersifat basa dan akan menstabilkan pasangan ion yang terbentuk dalam fasa organiknya (Marmary et al, 2000). Selanjutnya, karena kekuatan ekstraksi dari pelarut ini merupakan ikatan basa-amina, maka amina tersier merupakan pilihan yang tepat sebagai pelarut organiknya daripada amina primer dan sekunder. Apalagi sifat dari amina primer dan sekunder yang larut dalam air, serta amina sekunder akan membentuk amida pada pencucian pelarut dengan sistem destilasi. Hal ini hanya akan menaikkan biaya produksinya. Polaritas diluent akan sangat berpengaruh pada proses ekstraksinya, semakin polar diluent yang

dipergunakan akan semakin besar daya pemisahannya (King, 1993). Dalam penelitian ini akan digunakan 1-oktanol sebagai diluent yang sudah terbukti dapat meningkatkan daya ekstraksi dari amina tersier. Disamping itu komposisi campuran (pelarut-diluent) juga akan sangat mempengaruhi daya ekstraksinya.

Analog dengan sifat kimia-fisika dari jenis pelarut organo fosfor, maka pada penelitian telah dibandingkan kemampuan ekstraksinya antara Tributilfosfat (TBF) dengan Trietilfosfat (TEF). Sedangkan untuk penelitian tahap kedua, akan dipergunakan jenis pelarut organik amina rantai panjang, akan dibandingkan kemampuan ekstraksinya antara Triisooktilamina (TIOA) dengan Trialkilamina (TAA). Dari hasil penelitian sebelumnya, pada ekstraksi limbah cair industri gula tebu menunjukkan bahwa, besarnya konsentrasi asam karboksilat dalam fasa air akan mempengaruhi harga koefisien partisinya (Putranto, 2000). Dalam penelitian ini diterapkan untuk mengekstraksi larutan model dari asam butirat yang larut dalam limbah cair industri kelapa sawit, pada konsentrasi 5 g/L (0,5 %) dan 10 g/L (1%). Hal ini masih berada dibawah kemampuan maksimum

ekstraksi cair-cair, yaitu sebesar 3% (b/v). Pada penelitian dengan menggunakan pelarut jenis organo fosfor dan amina tersier rantai panjang, telah berhasil mengekstraksi asam laktat, asam malat dan asam sitrat, adalah merupakan asam-asam mono, di dan tri karboksilat.

Kemampuan ekstraksi dari kedua jenis pelarut tersebut (TBF & TIOA) akan meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasinya pada campuran antara pelarut utama dan pendamping, hal ini juga akan dilihat pada pemakaian pelarut TEF + diluent dan TAA + diluent.

Melihat dari mekanisme reaksi ekstraksi dari masing-masing pelarut secara teoritis, dapat diasumsikan bahwa pasangan pelarut antara TBF + Dodekana dengan TEF + Dodekana memiliki kemampuan ekstraksi yang sama kuat, sehingga memiliki koefisien partisi sama besar untuk masing-masing asam karboksilat yang digunakan. Hal ini sekaligus menjadi hipotesis dari penelitian ini, bahwa:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan besarnya koefisien partisi pada ekstraksi tersebut.

H_a = Terdapat perbedaan besarnya koefisien partisi pada ekstraksi tersebut.

Adapun luaran secara nyata dari penelitian ini, diharapkan hasilnya dapat menentukan persentase asam butirat terekstraksi. Sehingga, didapatkan komposisi pelarut dan konsentrasi yang tepat, dengan demikian akan dapat menghemat biaya produksi dan memberi salah satu solusi dalam penanganan limbah cair industri gula tebu.

Mekanisme reaksi yang terjadi pada TBF, dengan adanya pasangan elektron hampa (*lone pair electron*) pada atom oksigen akan mampu mematahkan ikatan hidrogen antara atom O dan H seperti pada Gambar 1. Sehingga, akan terbentuk ikatan antara asam karboksilat dengan TBF seperti pada mekanisme reaksi di atas. Apalagi dengan adanya diluent akan menyebabkan gugus phosphor lebih bersifat aktif dan akan menstabilkan pasangan ion yang terbentuk dalam fasa organiknya (Marmary et al, 2000). Selanjutnya, karena kekuatan ekstraksi dari pelarut ini merupakan ikatan antara atom Oksigen yang diperkuat dengan adanya atom Phosphor, maka dengan mudah akan dapat mematahkan ikatan hidrogen antara asam butirat dengan air. Apalagi dengan keberadaan rantai Karbon yang terikat oleh

Phosphor, akan lebih meningkatkan sifat kepolaran pelarut tersebut. (King,1993).

METODE PENELITIAN

Sesuai dengan batasan konsentrasi dalam sistem ekstraksi cair-cair, asam butirat yang dipergunakan dalam penelitian ini tidak melebihi 3%. Pada penelitian ini menggunakan konsentrasi 0,5% dan 1% dengan asumsi, semakin kecil konsentrasinya akan mempermudah proses pemisahannya. Yaitu dengan melarutkan 5 gram/liter air dan 10 gram/liter air untuk tiap-tiap asam butirat yang dipergunakan. Adapun asam butirat yang digunakan dalam proses ekstraksi ini adalah asam karboksilat yang mengandung satu gugus karboksilat (-COOH).

Untuk mendapatkan harga koefisien partisi yang besar, sebaiknya dipergunakan pelarut sebanyak mungkin, namun karena perhitungan sifat viskositas dan besarnya massa jenis dari pelarut jenis organo phosphor dalam hal ini adalah TBF dan TEF, akan dicampur dengan diluentnya dengan komposisi persentase (V/V) mulai dari 30% sampai dengan 80% volume. Sedangkan untuk memfasilitasi secara hidrodinamik proses ekstraksinya,

perlu ditambahkan sedikit pelarut pendamping (*diluent*), dodekana. Adapun perbandingan jumlah volume antara pelarut/solvent pada fasa organik dengan zat terlarut/dilute pada fasa cairnya adalah 1 : 1.

Secara garis besar jalannya penelitian ini dapat dibagi dalam dua tahap yaitu, tahap pertama ekstraksi dan tahap kedua adalah tahap analisis hasil ekstraksi.

A. Proses Ekstraksi dengan Pelarut TBF + Dodekana

- 50 ml campuran pelarut (TBF) dan diluent (dodekana) ditambah dengan 50 ml larutan yang berisi asam butirat dalam air, dimasukkan dalam corong pemisah 250 ml dikocok secara kontinyu selama 3 jam dengan mesin pengocok otomatis. Kemudian diamkan campuran di atas agar terjadi keseimbangan dan distribusi pemisahan selama 1–2 jam. Selanjutnya pisahkan fasa cair dengan fasa organiknya.
- Menimbang 10 gram fasa cair kemudian titrasi dengan larutan 0,01 N, 0,1 N atau 1N NaOH dengan menggunakan Phenolphthaline (PP) sebagai indikatornya. Sebagai langkah awal penentuan kemampuan ekstraksi, sebelum analisa dengan

HPLC. Kemudian encerkan fasa cair di atas hingga 100 kali, siapkan untuk dianalisis dengan HPLC. Dengan jumlah volume yang sama untuk dipersiapkan analisa dengan IR.

B. Proses Ekstraksi dengan Pelarut TEF + Dodekana

- 50 ml campuran pelarut (TEF) dan diluent (dodekana) ditambah dengan 50 ml larutan yang berisi asam butirat dalam air, dimasukkan dalam corong pemisah 250 ml dikocok secara kontinyu selama 3 jam dengan mesin pengocok otomatis. Kemudian diamkan campuran di atas agar terjadi keseimbangan dan distribusi pemisahan selama 1–2 jam. Selanjutnya pisahkan fasa cair dengan fasa organiknya.
- Menimbang 10 gram fasa cair kemudian titrasi dengan larutan 0,01 N, 0,1 N atau NaOH dengan menggunakan Phenolphthaline (PP) sebagai indikatornya. Sebagai langkah awal penentuan kemampuan ekstraksi, sebelum analisa dengan HPLC. Kemudian encerkan fasa cair di atas hingga 100 kali, siapkan untuk dianalisis dengan HPLC. Dengan jumlah volume yang sama untuk disiapkan analisa IR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar jalannya penelitian ini dapat dibagi dalam dua tahap yaitu, tahap pertama ekstraksi dengan menggunakan pelarut organo fosfor, TBF dengan diluent dodekana dan tahap berikutnya adalah tahap ekstraksi dengan menggunakan pelarut TEF dengan diluent dodekana.

Kandungan gugus fosforil yang merupakan ikatan antara Oksigen dan Fosfor dalam TBF maupun TEF, berfungsi sebagai basa Lewis, adalah merupakan ekstrakstan yang lebih kuat daripada ekstrakstan yang mengandung gugus karbonil maupun hidroksil, sehingga dapat mengikat asam butirat dalam limbah cair dari industri kelapa sawit. Dalam hal ini hanya asam-asam karboksilat yang tidak terdesosiasi saja yang dapat diikat oleh pelarut organo fosfor seperti TBF dan TEF. Namun karena karakteristik TBF dan TEF sebagai pelarut memiliki kelemahan, antara lain memiliki kelarutan yang lebih banyak, maka keberadaan pelarut pendamping (diluent) sangat diperlukan untuk meningkatkan daya ekstraksinya. Adapun persyaratan diluent yang baik adalah, memiliki harga viskositas dan massa jenis yang ren-

dah serta bersifat polar. Sehingga dapat mempermudah transfer asam-asam organik dari fasa air ke fasa organik, yang dapat dibuktikan dengan kenaikan koefisien partisi-nya. Namun kebanyakan diluent polar banyak yang larut dalam air, maka hal ini sangat merugikan, karena proses produksinya menjadi tidak ekonomis. Sehingga penggunaan diluent dalam penelitian ini tetap menggunakan Dodekana, dengan pertimbangan diluent ini merupakan hidrokarbon alifatik yang inert dan tidak larut dalam air (Blumberg, 1988).

Transfer asam-asam karboksilat dari fasa air ke fasa organik sangat dipengaruhi oleh kekuatan asamnya, untuk asam-asam poli karboksilat besarnya koefisien partisi sangat tergantung dari harga derajat desosiasi pertamanya. Sedangkan untuk asam butirat yang merupakan asam lemah mono karboksilat, mengandung gugus fungsional lebih sedikit daripada asam polikarboksilat dan pH inisial lebih kecil dari pKAnya, maka asam ini lebih mudah ditarik oleh pelarutnya. (Kertes and King, 1986) (Yang et. al, 1991).

Dari hasil penelitian nampak bahwa semakin tinggi persentase

volume TBF dan TEF akan semakin meningkatkan harga koefisien partisinya. Hal ini bisa diterima, dikarenakan semakin besar konsentrasi ekstraktan akan menaikkan daya ekstraksinya. Namun perlu diingat bahwa, semakin besar konsentrasi pelarut TBF dan TEF, akan meningkatkan pula viskositas pelarut pada organiknya dan kelarutan dari pelarut tersebut dalam fasa airnya. Hal ini akan berakibat pada proses dekantasi antara fasa organik dan fasa air akan makin sulit terpisah, yang akhirnya akan menambah waktu dekantasi menjadi lebih lama. Di lain pihak dengan menaikkan volume pelarut, akan meningkatkan biaya operasionalnya, sehingga akan merugikan pihak industri sebagai pengolah limbah. Untuk itu dalam penelitian ini dibatasi dengan penggunaan pelarut TBF dan TEF hingga maksimum 80% v/v.

Dari hasil penelitian nampak bahwa besarnya koefisien partisi dari kedua konsentrasi asam butirat meningkat seiring dengan bertambahnya volume pelarut organik dalam campuran pelarut dengan diluent (dodekana). Kenaikan tersebut merambat secara linier sesuai

dengan pertambahan jumlah volume pelarutnya. Yaitu, mulai dari 0,06 untuk 5 g/L asam butirat dengan pelarut TBF, 0,05 untuk 5 g/L asam butirat dengan pelarut TEF dan 0,04 untuk 10 g/L asam butirat dengan pelarut TBF dan 0,03 untuk 10 g/L asam butirat dengan pelarut TEF pada 30% v/v campuran pelarut organik hingga 0,86 untuk asam butirat 5 g/L asam butirat dengan pelarut TBF dan 0,77 untuk 10 g/L asam butirat dengan pelarut TEF pada 80% v/v campuran pelarut organiknya. Apabila ditinjau dari jumlah gugus karboksilat yang dimiliki oleh asam butirat, maka asam ini adalah asam dengan satu gugus karboksilat. Apabila ditinjau dari panjang rantai karbon yang terikat pada masing-masing pelarut organiknya (TBF dan TEF), disini tampak bahwa semakin panjang rantai karbon, akan semakin kuat memutus ikatan hidrogen antara asam butirat dengan air. Dengan bertambahnya rantai karbon akan meningkatkan kepolaran pelarutnya, sehingga dapat meningkatkan reaktivitas gugus fosforilnya dan menghasilkan koefisien partisi lebih besar.

Tabel 1. Koefisien Partisi Asam Butirat dengan Pelarut Organo Phosphor + Diluent

Pelarut Utama+ Pendamping : T.B.F/ T.E.F.+ Dodékana

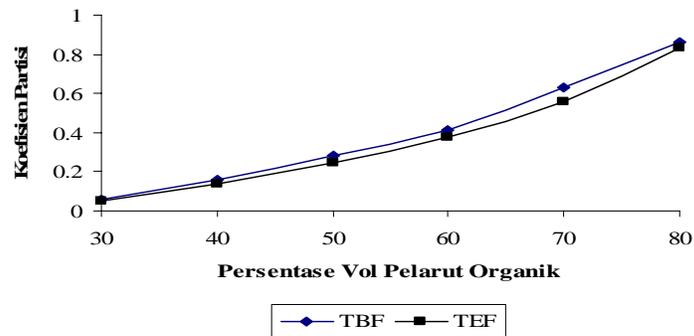
Perbandingan Fasa org dg fasa air : 1

Komposisi larutan Asam Butirat : 5 g/l

Asam Butirat : 10 g/l

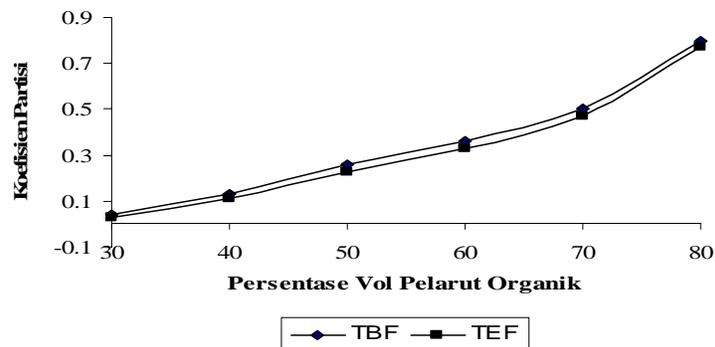
Persentase Volume TBF/TEF	Koef Partisi Asam Butirat (5 g/l) Untuk TBF	Koef Partisi Asam Butirat (5 g/l) Untuk TEF	Koef Partisi Asam Butirat (10 g/l) Untuk TBF	Koef Partisi Asam Butirat (10 g/l) Untuk TEF
30	0,06	0,05	0,04	0,03
40	0,16	0,14	0,13	0,11
50	0,28	0,25	0,26	0,23
60	0,41	0,38	0,36	0,33
70	0,63	0,56	0,50	0,47
80	0,86	0,83	0,80	0,77

Koefisien Partisi 5 g/L Asam Butirat



Gambar 4. Koefisien Partisi Asam Butirat 5 g/L antara pelarut TBF dan TEF

Koefisien Partisi 10 g/L Asam Butirat



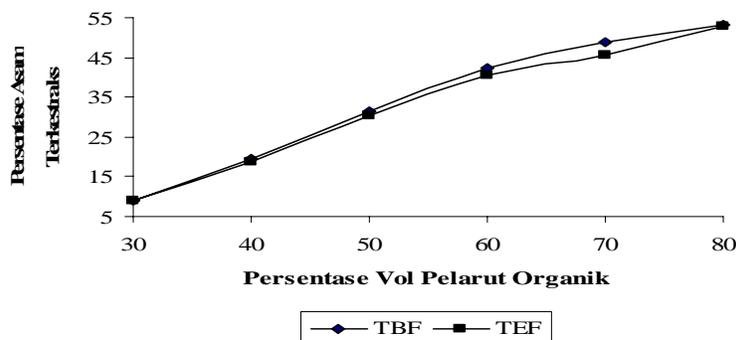
Gambar 5. Koefisien Partisi Asam Butirat 10 g/L antara pelarut TBF dan TEF

Tabel 2. Persentase Asam Butirat Terekstraks dengan Pelarut Organo Phosphor + Diluen

Pelarut Utama+ Pendamping : T.B.F/ T.E.F.+ Dodékana
 Perbandingan Fasa org dg fasa air : 1
 Komposisi larutan Asam Butirat : 5 g/l
 Asam Butirat : 10 g/l

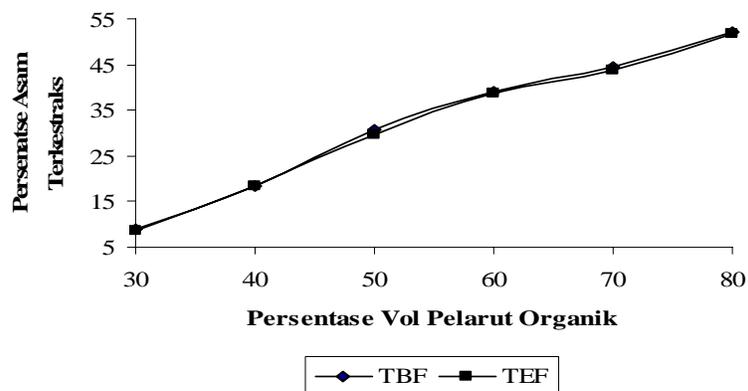
Persentase volume TBF/TEF	% Asam Butirat Terekstraksi (5g/l) Untuk TBF	% Asam Butirat Terekstraksi (5g/l) Untuk TEF	% Asam Butirat Terekstraksi (10g/l) Untuk TBF	% Asam Butirat Terekstraksi (10g/l) Untuk TEF
30	9,11	9,03	8,86	8,47
40	19,32	18,78	18,34	18,23
50	31,56	30,34	30,76	29,51
60	42,21	40,37	39,12	38,76
70	48,71	45,65	44,43	43,88
80	53,34	52,78	52,11	51,63

Persentase 5g/ L Asam Butirat Terekstraks



Gambar 6. Persentase Asam Butirat (5g/L) terekestraks oleh Pelarut Organik

Persentase 10g/L Asam Butirat Terekstraks



Gambar 7. Persentase Asam Butirat (10g/L) terekestraks oleh Pelarut Organik

Gambar 4 dan 5 nampak kenaikan harga koefisien partisi bertambah seiring dengan pertambahan persentase volume pelarut organiknya. Hal ini dapat dimengerti dikarenakan dengan meningkatnya persentase pelarut organiknya (TBF & TEF) akan menaikkan daya ekstraksinya. Besarnya Koefisien Partisi adalah merupakan salah satu indikator dari kemampuan pelarut tersebut dalam memisahkan polutan (asam butirat) dari fasa air ke fasa organiknya. Sehingga linieritas yang terjadi pada kenaikan harga koefisien partisi, akan menggambarkan pula linieritas kenaikan kemampuan ekstraksi dari pelarut tersebut. Namun perbedaan besarnya koefisien partisi, baik untuk konsentrasi 5 g/L maupun 10 g/L Asam Butirat untuk pelarut TBF dan TEF sangat sedikit, bahkan hampir sama. Hal ini dikarenakan perbedaan panjangnya rantai karbon antara TBE dengan TEF tidak begitu besar yaitu antara empat rantai karbon dan dua rantai karbon yang terikat pada pelarut organik tersebut. Sedangkan apabila dilihat dari perbedaan besarnya koefisien partisi antara asam butirat dengan konsentrasi 5 g/L dan 10 g/L, maka asam butirat dengan konsentrasi 5 g/L harga koefisien

partisinya selalu lebih besar. Kecenderungan ini sesuai dengan pendapat Coeure et al (1965) semakin encer/kecil konsentrasi asam yang terlarut dalam fasa air proses ekstraksi akan semakin mudah.

Gambar 6 dan 7 nampak pula bahwa, terjadi linieritas kemampuan ekstraksi mulai dari 30% v/v sampai dengan 80% v/v baik untuk pelarut TBF maupun TEF. Peningkatan kemampuan ekstraksi ini seiring dengan peningkatan jumlah/ volume pelarut organiknya. Hal ini menunjukkan bahwa peran pelarut pendamping tidak begitu besar, bahkan semakin sedikit jumlah diluen daya ekstraksi pelarutnya semakin baik. Sedangkan perbedaan konsentrasi pada asam butirat, antara 5 g/L dan 10 g/L nampak bahwa kemampuan ekstraksi pelarut akan lebih baik pada polutan dengan konsentrasi yang lebih kecil/encer. Apabila ditinjau dari jumlah gugus karboksilatnya, maka asam butirat memiliki gugus karboksilat tunggal/ lebih sedikit daripada asam-asam karboksilat lainnya. Hal ini sesuai dengan sifat dari Asam bahwa pH inisial asam lebih kecil dari pKa nya, berarti asam tersebut memiliki Harga pKa kecil. Semakin kecil harga pKa akan semakin lemah

asamnya, yang berarti sulit terion dalam larutan, sehingga menyebabkan asam dalam posisi sedikit atau tidak terdesosiasi. Dalam sistem ekstraksi cair-cair, maka asam yang terekstraksi adalah asam yang dalam posisi tidak terdesosiasi. Namun secara garis besar dapat dilihat bahwa dengan peningkatan jumlah pelarut organo phosphor akan meningkatkan jumlah asam yang terekstraksi. Peningkatan kemampuan ekstraksi linier dengan peningkatan konsentrasi TBF dan TEF dalam komposisi antara pelarut dengan diluennya. Tidak terdapat perbedaan yang berarti pada penggunaan pelarut organik antara TBF dan TEF untuk mengekstraksi asam butirat, dikarenakan hanya selisih dua rantai karbon saja. Namun demikian TBF sedikit lebih unggul dalam kemampuan ekstraksinya, karena terdiri dari empat buah rantai karbon dibandingkan dengan TEF yang hanya memiliki dua rantai karbon saja.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstraksi cair-cair merupakan metode/cara yang baik untuk memisahkan asam butirat dari

limbah cair industri kelapa sawit, karena bernilai ekonomis dan dapat membersihkan perairan dari polusi lingkungan.

2. Semakin tinggi persentase volume TBF dan TEF dalam pelarut organo phosphor (TEF + Dodekan) akan dapat meningkatkan kemampuan ekstraksi terhadap asam butirat yang terkandung dalam limbah cair industri kelapa sawit, dengan kemampuan ekstraksi maksimum 53,34% pada konsentrasi 80% v/v TBF dan 52,78 pada 80% v/v TEF.
3. Pelarut TBF ternyata memiliki kemampuan ekstraksi lebih baik daripada TEF, walaupun selisihnya tidak terlalu besar, baik untuk konsentrasi asam butirat 5 g/L maupun 10 g/L dalam limbah cair industri kelapa sawit. Hal ini sesuai dengan mekanisme reaksi dan sifat sebagai pelarut organiknya, yaitu semakin panjang rantai karbon akan meningkatkan daya ekstraksinya.

SARAN

Demi perkembangan sains dan teknologi serta permintaan dari kalangan pengusaha agroindustri, maka perlu dilakukan inovasi untuk menemukan pelarut organik yang

lebih baik agar dapat meningkatkan lagi daya ekstraksinya dan mencari pelarut yang lebih murah/ekonomis. Disebabkan kedua jenis pelarut organik tersebut di atas, disamping harganya sangat mahal, sangat sulit tersedia di pasaran. Sehingga, untuk penggunaan dalam jumlah besar (Skala Industri) akan terasa cukup membebani biaya produksinya. Walaupun asam organik hasil ekstraksi ini dapat dimurnikan dan dijual dengan harga tinggi, sehingga dapat menutupi biaya pengolahan limbahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achour, J, Malmary, G, Putranto, A, Molinier, J. 1994. Liquid-Liquid Equilibria of Lactic Acid between Water and Tris (6-Methylheptyl) Amine and Tributyl Phosphate in Various Diluents. *J. Chem. Eng. Data*, **39**. 711-713.
- Coeure, Pierlas, R, Frignet, G, 1965. in "Extraction Liquid-Liquid", *Transfers of Materials*, p.4-7.
- Duarte, M. M. L, Lozar, J, Malmary, G., Molinier, J, 1989, *J. Chem. Eng. Data*, **34**, 43-45.
- Faizal, M. 1994. *Recupération et Separation des acides oxalique et formique par Extraction Liquid-Liquid". Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.*
- Harjo, R. 2007. Hidrolisis Minyak Kelapa Sawit Mentah dengan Katalis HCl dan H-Zeolit. Skripsi S1, Kimia-FMIPA-UNIB
- Juang, R. S, Huang, R. H. 1997. *J. Chem. Eng.*, **65**. 47-53.
- Kertes, A. S, King, C. J. 1986. *Biotechnol. Bioeng.* **28**. 269-282.
- King, C. J, Poole, L. J. 1991. Regeneration of Carboxylic Acid-Amine Extracts by Back-Extraction with an Organic Solution of Volatile Amine. *Ind. Eng. Chem. Res.* **30**. 923-929.
- King. C. J. 1993. Advance in Separation Techniques Recovery of Polar Organics from Aqueous Solution. *11th International Congress of Chemical Engineering*. Chisa Praha. Paper. P2.1, p. 1062.
- Kirsch, T, Maurer, G. 1993. *J. Fluid. Phase. Equilibria.* **131**. 213-231.
- Malmary, G, Albet, J, Putranto, A, Hafida, H, Molinier, J. 1998. Measurement of Partition Coefficients of Carboxylic Acids between Water and Triisooctyl Amine Dissolved in Various Diluents. *J. Chem. Eng. Data.* **43**. 849-851.
- Malmary, G, Albet, J, Putranto, A, Hafida, H, Molinier, J. 2000. Recovery of Aconitic and Lactic Acids from Simulated Aqueous Effluents of the Sugar-Cane Industry through Liquid-Liquid Extraction. *J. Chem. Technol Biotechnol.* **75**. 1-5.
- Smagge, F. 1991. *Separation des Acides Tartrique et Malique par Extraction Liquid-Liquid Valorisation et Depollution des Effluents viti-vinicoles". Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.*
- Tamada, J. A. King, C. J. 1990. *Ind. Eng. Chem. Res.* **29**. 1327-1333.
- Wennersten, R.1980. *Proc. Int. Solv. Ext Conf.* 2. Paper 80-83.