

Pengolahan Limbah Detergen Sintetik Dari Linear Alkil Sulfonat Dengan Lumpur Aktif Dalam Suatu Surface Aerator

Faizal Hasiholan Tanaya, Yusuf Ananta Wibowo, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji

Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jalan Kalijudan 37, Surabaya 60114
Telp (031) 3891264; Fax (031) 3891267
e-mail : suryadi@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Dengan semakin memasyarakatnya penggunaan deterjen untuk mencuci, telah mengakibatkan timbulnya masalah pencemaran lingkungan. Air sisa cucian yang masih mengandung deterjen, yang lebih sering disebut sebagai limbah deterjen selalu dibuang langsung ke lingkungan. Limbah deterjen yang dibuang langsung ke lingkungan akan mencemari lingkungan. Oleh karena itu limbah deterjen seharusnya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu alternatif pengolahan limbah deterjen adalah dengan menggunakan lumpur aktif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi steady-state dari limbah deterjen sintetik, dan menentukan persamaan kinetika reaksi penurunan konsentrasi limbah deterjen sintetik.

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium dengan variasi debit limbah deterjen sintetik. Limbah deterjen sintetik dibuat dengan cara melarutkan LAS ke dalam air PDAM. Lumpur aktif yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari PT. SIER Surabaya. Alat pengolah limbah yang digunakan berupa sebuah bak yang dilengkapi dengan surface aerator. Pertama, limbah deterjen sintetik diadaptasikan dengan lumpur aktif selama 24 jam di dalam alat pengolah limbah, kemudian limbah deterjen sintetik dialirkan ke dalam alat pengolah limbah. Setiap satu jam diambil sampel limbah, konsentrasi LAS dalam limbah diukur dengan menggunakan titrasi COD. Data percobaan yang diperoleh selanjutnya akan digunakan untuk menentukan persamaan kinetika reaksi penurunan konsentrasi limbah deterjen sintetik.

1. PENDAHULUAN

Limbah deterjen yang termasuk limbah organik, yang dibuang secara berlebihan dapat merusak lingkungan. Karena lingkungan akan memerlukan banyak oksigen untuk menguraikan limbah organik. Oksigen yang digunakan untuk menguraikan limbah tersebut berasal dari oksigen yang terlarut dalam air. Bila terjadi kekurangan kadar oksigen dalam air maka akan mengganggu biota yang hidup di dalam air. Biota air akan mati karena kekurangan oksigen. Sehingga ekosistem dapat terganggu keseimbangannya.

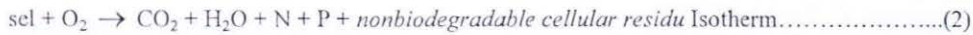
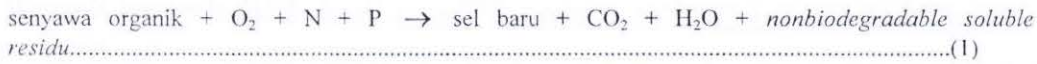
Deterjen adalah bahan yang digunakan secara luas sebagai pembersih termasuk sabun pencuci piring dan cairan pembersih. Pada umumnya deterjen terdiri dari tiga komponen utama yaitu surfaktan, bahan pembentuk, dan bahan lain-lain. Molekul-molekul surfaktan bersifat bipolar sehingga dapat membentuk ikatan diantara partikel kotoran dan air[1].

Kandungan dalam lumpur aktif terdiri dari kumpulan bakteri, jamur, rotifer, dan protozoa yang digunakan untuk menguraikan limbah. Lumpur aktif itu terdiri dari 70-90% komponen organik, 10-30% komponen anorganik.[2]

Proses pengolahan limbah dengan menggunakan lumpur aktif, terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu: proses aerasi, penjernihan, recycle lumpur aktif, pembuangan lumpur aktif yang berlebihan. Pertama proses aerasi, adalah suatu proses dimana udara atau oksigen dimasukkan ke dalam tangki, untuk menciptakan lingkungan aerob bagi mikroorganisme yang juga bertujuan untuk membuat lumpur aktif tetap tercampur secara sempurna. Pada percobaan ini digunakan surface aerator karena menimbang dari sisi ekonomis. Yang kedua adalah proses penjernihan, yaitu proses untuk mengendapkan lumpur aktif setelah penguraian limbah. Yang

ketiga adalah *recycle*, *recycle* digunakan untuk mengembalikan lumpur aktif kembali ke dalam tangki aerasi setelah diendapkan. Dan yang terakhir adalah pembuangan lumpur aktif yang berlebihan[2].

Oksigen dalam proses aerasi digunakan oleh bakteri untuk menguraikan senyawa organik menjadi CO₂ dan H₂O sesuai dengan persamaan reaksi berikut[3]:



Quirk dan Eckenfelder telah memperlihatkan bahwa sebagian dari biomassa volatil bersifat nondegradable. Selama proses aerasi sebagian dari biomassa degradable akan teroksidasi, mengakibatkan berkurangnya fraksi degradable. Dari neraca massa dan kinetik, fraksi degradable dapat dihubungkan dengan koefisien kecepatan endogenous dan umur lumpur:

$$X_d = \frac{X'd}{1 + b * X'n * \theta_c} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- X_d = fraksi degradable dari VSS biologis,
- X'_d = fraksi degradable dari VSS biologis saat generasi, dari persamaan (1) besarnya 0,8,
- X'_n = fraksi nondegradable dari VSS biologis saat generasi yaitu 0,2, dimana (X'_d + X'_n) = 1,
- b = koefisien kecepatan endogenous, d⁻¹,
- θ_c = umur lumpur, d.

Umur lumpur berkebalikan dengan rate pengenceran Q/V.

$$\theta_c = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots(4)$$

dimana θ_c adalah umur lumpur.

Didalam campuran komponen persamaan reaksi orde n adalah sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = -K_n * X_a * \left(\frac{S}{S_0}\right)^n \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

- S = konsentrasi COD pada waktu t, mg/L
- S₀ = konsentrasi COD pada waktu nol, mg/L
- X_a = konsentrasi biomassa aktif, mg/L
- t = waktu, d
- K_n = koefisien curve fitting, d⁻¹
- n = orde reaksi

Konsentrasi biomassa aktif dapat didefinisikan sebagai:

$$X_a = X_v * \frac{X_d}{0,8} * f_b \dots\dots\dots(6)$$

Jika air limbah tidak mengandung influent VSS:

$$f_b = 1,0 \dots\dots\dots(7)$$

Jika influent berupa VSS nondegradable:

$$fb = 1 - \frac{X_i * \theta_c}{X_v * t} \dots \dots \dots (8)$$

Jika influent berupa VSS degradable:

$$fb = 1 - [(1 - fx) + (1 - fd) * fx] \frac{X_i \theta_c}{X_v t} \dots \dots \dots (9)$$

2. METODOLOGI PERCOBAAN4

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengalirkan oksigen ke dalam limbah deterjen sintetik yang mengalir secara kontinyu kedalam bak aerasi yang berisi lumpur aktif di dalamnya. Bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi debit limbah deterjen sintetik terhadap waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi *steady state* dari kadar COD dan LAS dan menentukan kinetika reaksi peruraian LAS oleh mikro organisme yang ada dalam Lumpur aktif. Limbah deterjen sintetik yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dengan cara melarutkan LAS ke dalam air PDAM.

2.1. Adaptasi lumpur aktif dalam limbah deterjen sintetik:

Lumpur aktif sebanyak 4 L dan limbah deterjen sintetik dengan konsentrasi 100 mg/L dimasukkan ke dalam bak aerasi sampai penuh. Kemudian surface aerator dinyalakan selama tiga jam, dimatikan selama satu jam. Langkah tersebut diulang sampai 12 jam. Kemudian dilanjutkan dengan aerasi selama 12 jam, dengan menggunakan difuser.

2.2. Proses pengolahan limbah deterjen:

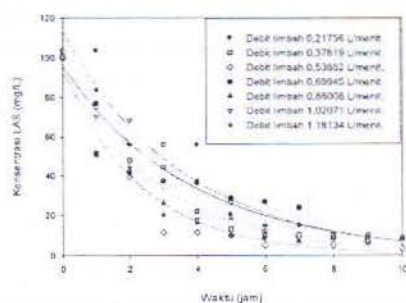
Limbah deterjen sintetik dengan konsentrasi 100 mg/L dialirkan kedalam bak aerasi dengan debit limbah 0,21756 L/menit, dan surface aerator dinyalakan. Setiap selang waktu satu jam dicatat kadar COD limbah deterjen sintetik yang keluar dari bak aerasi, sampai kadar COD limbah deterjen yang keluar dari bak aerasi konstan. Dan kemudian diulang untuk debit limbah 0,37819 L/menit, 0,53882 L/menit, 0,69945 L/menit, 0,86008 L/menit, 1,02071 L/menit, dan 1,18134 L/menit.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Pengaruh variasi debit limbah deterjen sintetik terhadap penurunan kadar LAS.

Penelitian ini menggunakan lumpur aktif untuk menguraikan limbah deterjen sintetik. Sebelum digunakan lumpur aktif terlebih dahulu diadaptasikan dengan limbah deterjen selama 24 jam. Hal ini bertujuan agar mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif sudah melewati fase adaptasinya. Dan saat digunakan untuk mengolah limbah keesokan harinya, diharapkan mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif sudah berada pada fase pertumbuhan atau fase eksponensial.

Dari hasil percobaan yang dilakukan diperoleh gambar hubungan antara waktu dengan konsentrasi LAS pada berbagai variasi debit limbah. Gambar tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara waktu (jam) vs konsentrasi LAS (mg/L).

Dari gambar 1 diatas terlihat bahwa semakin besar debit limbah maka kurva penurunan konsentrasi LAS yang terjadi akan terlihat semakin curam. Semakin besar debit limbah yang masuk ke dalam bak pengolahan limbah, maka waktu kontak antara limbah dan lumpur aktif akan semakin singkat. Waktu tinggal limbah didalam bak juga akan semakin singkat. Sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi *steady-state* semakin lama. Hal ini dapat terjadi dimungkinkan karena diawal proses, perbandingan ketersediaan makanan sebagai sumber energi mikroorganismenya dalam lumpur aktif, dan jumlah mikroorganismenya dalam lumpur aktif itu sendiri tidak seimbang. LAS didalam limbah akan diuraikan oleh mikroorganismenya di dalam lumpur aktif menjadi $CO_2 + NH_3 +$ sel mikroorganismenya baru.

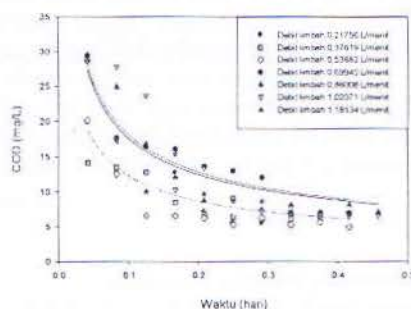
3.2. Menentukan persamaan kinetika reaksi penurunan konsentrasi LAS.

Dari hasil percobaan yang dilakukan diperoleh data hubungan antara waktu dengan COD pada berbagai variasi debit limbah. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data hubungan antara waktu dan COD pada berbagai variasi debit limbah.

Waktu (jam)	0,21756 L/menit	0,37819 L/menit	0,53882 L/menit	0,69945 L/menit	0,86008 L/menit	1,02071 L/menit	1,18134 L/menit
0	103,1555	101,81	100,11	101,1725	100,2172	101,1482	100,244
1	103,1555	52,32801	75,49514	77,04237	50,67052	70,38411	83,71942
2	55,69185	48,79358	39,39336	41,32975	42,99427	68,18668	44,31462
3	55,69185	45,25915	11,49653	37,46893	26,24609	56,10079	20,16329
4	55,69185	22,28536	11,49653	36,50372	16,47633	17,6457	37,959
5	20,09412	13,44929	9,855544	28,78207	9,497921	26,43544	18,89216
6	8,228216	11,68208	4,932575	26,85166	10,19576	14,34955	15,0788
7	8,228216	9,914861	9,855544	23,95604	6,706559	8,855968	15,0788
8	8,228216	9,914861	4,932575	8,512749	8,10224	9,954685	8,723181
9	8,228216	9,914861	6,573564	8,512749	6,008718	6,658534	8,723181
10			3,291585	8,512749	8,10224	6,658534	8,723181
11					6,008718	6,658534	

Dari tabel 1 dapat digambarkan hubungan antara waktu vs COD pada berbagai variasi debit limbah seperti yang terlihat pada gambar 2:



Gambar 2. Hubungan antara waktu (hari) vs COD (mg/L) pada berbagai variasi debit limbah.

Dari data percobaan yang terdapat pada tabel 1, dengan menggunakan persamaan (5) – (7) diperoleh nilai koefisien-koefisien persamaan kinetika reaksi penurunan konsentrasi LAS yang dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Data hubungan antara debit limbah dan koefisien-koefisien persamaan kinetika reaksi penurunan konsentrasi LAS

Debit (L/menit)	Kn (hari ⁻¹)	b (hari ⁻¹)	R ²
0,21756	0,4595	2,4052E-011	0,8718
0,37819	0,9837	5,1523E-010	0,7948
0,53882	1,2503	0,0544	0,8596
0,69945	1,3828	9,0608E-011	0,9173
0,86008	4,1000	5,8653E-009	0,8805
1,02071	1,4880	1,8331E-009	0,7846
1,18134	1,3177	1,4903E-008	0,8737

Semakin besar debit limbah yang masuk ke dalam bak pengolah limbah maka komponen organik yang ada didalam limbah akan semakin besar. Dan semakin banyak pula komponen organik yang mampu diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif. Dengan demikian maka laju penurunan COD yang terdapat dalam limbah juga menjadi semakin besar. Hal ini akan berpengaruh pada kurva hubungan antara waktu dan COD, yang dapat dilihat pada gambar 2 dimana penurunan yang terjadi pada kurva akan terlihat semakin signifikan. Semakin signifikan penurunan COD yang terjadi pada kurva maka koefisien fitting curve (Kn) juga akan semakin besar, yang dapat dilihat pada tabel 2. Tetapi pada debit limbah 0,86008 L/menit terjadi penyimpangan harga koefisien fitting curve (Kn). Pada debit yang makin besar, waktu tinggal limbah dalam system semakin singkat, sehingga kemampuan bakteri untuk menguraikan senyawa organik yang terdapat dalam limbah juga akan semakin berkurang.

Unsur karbon yang ada didalam limbah deterjen sintetik akan digunakan oleh mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif sebagai sumber makanan untuk metabolisme dan juga untuk berkembang biak dengan cara menguraikannya menjadi CO₂, H₂O dan energi. Bila suplai makanan banyak maka mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif akan menggunakannya untuk metabolismenya dan berkembang biak. Tapi bila suplai makanan berkurang secara terus menerus maka mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif akan menekan laju perkembangbiakannya. Ketika sampai pada saat dimana sumber makanan yang ada hanya mampu untuk mencukupi kebutuhan energi untuk metabolisme mikroorganisme, maka tidak akan ada perkembangbiakan yang terjadi karena seluruh energi yang ada akan digunakan untuk mempertahankan status quo. Jika pengurangan suplai makanan dilanjutkan terus menerus maka kekurangan makanan untuk melakukan metabolisme akan dicukupi dengan cara mendegradasikan cadangan makanan yang ada didalam sel mikroorganisme itu dengan menggunakan metabolisme endogenous. Akhirnya bila sampai pada titik dimana sama sekali tidak ada suplai makanan dari luar maka kebutuhan makanan untuk metabolisme mikroorganisme akan menggunakan metabolisme endogenous secara keseluruhan. Hal ini akan terus berlanjut hingga akhirnya metabolisme endogenous tidak dapat mencukupi kebutuhan makanan bagi mikroorganisme, maka mikroorganisme tersebut akan mati. Hal ini akan menyebabkan turunnya jumlah massa mikroorganisme yang ada dalam kultur.

Semakin besar debit limbah, semakin banyak komponen organik didalam limbah. Karena komponen organik yang berfungsi sebagai sumber makanan mikroorganisme semakin banyak, kemungkinan terjadi

metabolisme endogenous kecil. Jadi dengan semakin besar debit limbah, maka koefisien kecepatan endogenous (b) akan semakin kecil. Tapi pada percobaan ini terjadi penyimpangan dimana semakin besar debit limbah, koefisien kecepatan endogenous menjadi semakin besar, yang dapat dilihat pada tabel 2. Hal ini dapat terjadi karena adanya perubahan suhu lingkungan. Perubahan suhu lingkungan akan mempengaruhi kinerja mikroorganisme yang terdapat didalam lumpur aktif. Perubahan suhu lingkungan juga akan mengakibatkan berubahnya kecepatan difusi oksigen ke dalam tangki aerasi, yang akan berakibat berubahnya suplai oksigen pada tangki aerasi dan hal ini akan mempengaruhi kinerja mikroorganisme didalam lumpur aktif untuk mengurai limbah.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan:

1. Semakin besar debit limbah yang masuk ke dalam bak aerasi maka waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi steady-state semakin lama
2. Persamaan kinetika reaksi peruraian limbah detergen mengikuti persamaan orde tiga. Parameter-parameter dari persamaan kinetika tersebut tergantung dari debit limbah.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Fardiaz, S., "Polusi Air Dan Udara", Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 1992
2. www.college.ucla.edu/webproject/micro7/studentproject7/Rader/asludge2.htm
3. Eckenfelder, W. W, Jr, "Industrial Water Polution Control", 2 ed, McGraw-Hill, Inc, 1989



Faculty of Engineering
Widya Mandala Surabaya
Catholic University

ISSN 1412-727X

+ PROCEEDINGS OF

20
05
27.06.05

THE 4th NATIONAL CONFERENCE ON

**DESIGN and
APPLICATION of
TECHNOLOGY**

+ ELECTRICAL + CHEMICAL + INDUSTRIAL

Proceedings of

**The 4th National Conference
Design and Application of Technology 2005**

Organizing Committees

Ir. Setiyadi, MT – Chairman

Advisory Committees

Prof. Dr. Ir. Mohammad Nuh, DEA

Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno

Dr. Ir. Budi Santoso W., M.Eng.

Prof. Mudjijati, Ph.D

Hartono Pranjoto, Ph.D

Julius Mulyono, ST, MT

Djoko Wirjawan, Ph.D

Contents

Keynote paper

Mendorong Kewirausahaan Teknologi (Technopreneurship) di Lingkungan Perguruan Tinggi: Peningkatan Peran dalam Membangun Daya Saing <i>Tatang A. Taufik</i>	1
--	---

Paper Section 2

Pengaruh <i>Stress Ratio</i> terhadap Laju Perambatan Retak Fatik pada <i>Wheel Hub</i> Al 2014-T61 <i>Bismar Hestiawan</i>	27
Pengaruh Retak terhadap Laju Perambatan Retak Fatik pada <i>Wheel Hub</i> Al 2014-T61 <i>Bismar Hestiawan</i>	33
Pengaruh Arus Input Las MIG terhadap Kekuatan Tarik Lasan Baja Siku <i>Djoko Suprijanto</i>	40
Studi Pengaruh Penambahan Timah Hitam (Pb) Pada Paduan 70Cu-30Zn <i>Sarung, Ratna Kartikasari, Agus Tri Wahyudi</i>	48
Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi dari Logam Berat Cr (VI) pada Limbah Sintetis dengan Mengggunakan Lumpur Aktif Kering <i>Dina Natalia Poernomosidi, Imelda, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji</i>	54
Adsorpsi Zat Warna Sky Blue dan Rhodamine B menggunakan Pelepah Pisang dan Kulit Manggis <i>Dheresya Weningtyas Intani, Endah Kartika Dewi, Felycia E. Soetaredjo, Suryadi Ismadji</i>	62
Modifikasi Sifat Kimia Permukaan Karbon Aktif dengan Asam Oksidator dan Non-oksidator serta Aplikasinya terhadap Adsorpsi Methylene Blue <i>Lenny Setyadhi, David Wibowo, Suryadi Ismadji</i>	69
Pengolahan Limbah Detergen Sintetik dari Linear Alkil Sulfonat dengan Lumpur Aktif dalam Suatu Surface Aerator <i>Faisal Hasiholan Tanaya, Yusuf Ananta Wibowo, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji</i>	77
Kinetika Adsorpsi Zat Warna Congo Red dan Rhodamine B dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Atapas Tebu <i>Pawela Iryanti Widjanarko, Widiatoro, Lydia Felycia E. Soetaredjo, Suryadi Ismadji</i>	83
Adsorpsi Zat Warna dari Limbah Cair Sintetis dengan Menggunakan Lumpur Aktif <i>Agustin Eko Prasetyo, Ida Kurniawan, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji</i>	91
Penentuan Kondisi Ekstraksi Terbaik pada Pigmen Antosianin dari Kulit dan Daging Ubi Jalar Ungu <i>Wenika Cecilia Debby Kusuma, Novita Dani, Ery Susiany Retnoningtyas</i>	98
Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Lumpur Aktif <i>A. Prama K, Judy R. Witono, Dewi Novijanti dan Alexander Ricky</i>	102
Pengaruh Pencampuran Serat Pelepah Pisang dan Serat Kertas Koran Bekas terhadap Kualitas Kertas yang Dibersihkan <i>Judy Reti Witono dan Michaella</i>	108

Efek Konsentrasi Glukosa Awal dan Temperatur terhadap Yield Sorbitol pada Proses Hidrogenasi Katalitik Glukosa	114
<i>F Kurniawansyah dan Suprpto</i>	
Proses Pembuatan Material Nano-porus Titanium Silika Struktur Heksagonal (MCM-41) untuk Katalis dan Membran	119
<i>Hens Saputra, Mochamad Rosjidi, Anwar Mustafa dan Anang Sedyohutomo</i>	
Karakterisasi dan Uji Adsorpsi pada Zeolit Termodifikasi (Kombinasi Mikro- dan Meso- Porus Silika)	124
<i>Mochamad Rosjidi, Anwar Mustafa, Hens Saputra, Moh. Hamzah dan Anang Sedyohutomo</i>	
Proses Pembuatan dan Karakterisasi Granul Zeolit Alan Menggunakan Granulator Tipe Pan	129
<i>Moh. Hamzah, Murbantan Tandirerung, Hens Saputra, Moch. Rosjidi dan Anwar Mustafa</i>	
Pengaruh Suhu terhadap Pemucatan Jus Apel dengan Karbon Aktif	135
<i>Danny Setiawan, Dwi Anto, Nani Indraswati</i>	
Kinetika dan Besaran Termodinamika Ekstraksi Minyak Biji Kapuk dengan Menggunakan Pelarut Etanol	140
<i>Denny Lesmana, Anton Putro, Yohanes Sudaryanto, Felycia E. Soetaredjo</i>	
Chemical Product Design and Development: Forming and Shaping Plastics	145
<i>Iwan Harsono, Noviasuti</i>	
The Composition of Rice Husk and Rice Bran Substrate Supporting with Solid State Fermentation for Increasing The Glucose Activity by <i>Aspergillus niger</i>	150
<i>Mahyudin AR, Koesnandar, Ali Rachman</i>	
Analisis <i>Total Annual Cost</i> pada Kolom Distilasi dengan Integrasi Panas	155
<i>Totok R. Biyanto, Abdul Haris Mahjud</i>	
Decolorisasi Zat Warna Azo Secara Anaerob	162
<i>Yenny Christine, Ika Oktafiani, Antaresti</i>	
Kinetika Hidrolisa Kulit Ketela Pohon dengan Larutan Asam Oksalat	169
<i>Herlina Supra Setyaningsih, Indah Ratna Sari, Yohanes Sudaryanto</i>	
Numerical Simulation of Flow in A Kenics Mixer	176
<i>Aylianawati</i>	