

PENGOLAHAN LIMBAH DETERJEN DENGAN METODE KOAGULASI-FLOKULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN KAPUR DAN PAC

Zikri Rahimah, Heliyanur Heldawati, Isna Syaughiah*

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan, Indonesia

* E-mail corresponding author : isnatk@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 17-05-2016 Received in revised form: 22-05-2016 Accepted: 23-07-2016 Published: 08-10-2016</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Koagulasi-flokulasi Waste material detergent COD BOD</p>	<p><i>This research is conducted to find out the effective koagulan lime or PAC in koagulasi-flokulasi process from preparation of waste material detergent product and waste material laundry, to determine optimum mass from koagulan lime or PAC in preparation of waste material detergent product and waste material laundry using koagulasi-flokulasi process and to determine maximum percent the decrease of BOD and COD in preparation of waste material detergent product and waste material laundry. In this research, we used jarrest method or koagulasi-flokulasi method by using koagulan lime or PAC. Methode that used to decrease the value of BOD and COD is koagulasi. Koagulasi is mixed koagulan and stir fast 100 rpm for one minute, then with flokulasi method, it is stir slow 40 rpm for 20 minutes and sediment, it for 30 minutes. Determine optimum mass done by add good koagulan using lime or PAC 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, 5 gr, in waste material detergent product and waste material laundry. From the various mass koagulan know that the highest decrease maximum percent of BOD and COD in koagulan kapur is 12,05% and 75% on waste material detergent product in 5 gr mass while waste material laundry is 11,57 % and 78,57% in 5 gr mass.</i></p>

Abstrak-Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koagulan kapur atau PAC yang paling efektif pada proses koagulasi-flokulasi dari pengolahan limbah deterjen buatan dan limbah laundry, menentukan massa optimum dari koagulan kapur atau PAC pada pengolahan limbah deterjen buatan dan limbah laundry menggunakan proses koagulasi-flokulasi dan menentukan persen maksimum penurunan BOD dan COD pada limbah deterjen buatan dan limbah laundry menggunakan proses koagulasi-flokulasi. Pada penelitian ini, kami menggunakan metode jarrest atau metode koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan kapur dan PAC. Metode yang digunakan untuk menurunkan kadar BOD dan COD ialah koagulasi yaitu dicampurkannya koagulan dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit kemudian dengan metode flokulasi yaitu dilakukan pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit dan diendapkan selama 30 menit. Penentuan massa optimum dilakukan dengan cara menambahkan koagulan baik menggunakan kapur atau PAC masing-masing sebanyak 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, 5 gr dalam 150 ml limbah deterjen buatan maupun limbah deterjen laundry. Dari variasi massa koagulan dapat diketahui persen maksimum penurunan BOD dan COD tertinggi terdapat pada koagulan kapur sebesar 12,05% dan 75% pada limbah deterjen buatan pada massa 5 gr, sedangkan pada limbah laundry sebesar 11,57%. dan 78,57% pada massa 5 gr.

Kata kunci : Koagulasi-flokulasi, limbah deterjen, COD, BOD

PENDAHULUAN

Deterjen adalah Surfaktant anionik dengan gugus alkil (*umumnya* $C_9 - C_{15}$) atau garam dari sulfonat atau sulfat berantai panjang dari Natrium ($RSO_3^- Na^+$ dan $ROS_3^- Na^+$) yang berasal dari derivat minyak nabati atau minyak bumi (*fraksi parafin dan olefin*). Setelah Perang Dunia II, deterjen sintetik mulai dikembangkan akan tetapi karena gugus utama surfaktant ABS yang sulit di *biodegradable* (diuraikan) maka pada tahun 1965 industri mengubahnya dengan yang *biodegradabel* yaitu dengan gugus utama surfaktant LAS. Proses pembuatan deterjen dimulai dengan membuat bahan penurun tegangan permukaan, misalnya : p - alkilbenzena sulfonat dengan gugus alkil yang sangat bercabang disintesis dengan polimerisasi propilena dan dilekatkan pada cincin benzena dengan reaksi alkilasi Friedel - Craft Sulfonasi, yang disusul dengan pengolahan dengan basa.

Pada umumnya, deterjen mengandung bahan-bahan berikut:

1. Surfaktan (*surface active agent*)

Merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hydrophile (suka air) dan hydrophobe (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Surfaktant ini baik berupa anionic (*Alkyl Benzene Sulfonate/ABS, Linier Alkyl Benzene Sulfonate/LAS, Alpha Olein Sulfonate/AOS*), Kationik (Garam Ammonium), Nonionic (*Nonyl phenol polyethoxyle*), Amphoteric (*Acyl Ethylenediamines*). Surfaktan kationik bersifat toksik jika tertelan dibandingkan dengan surfaktan anionik dan non-ionik. Sisa bahan surfaktan yang terdapat dalam deterjen dapat membentuk *chlorbenzene* pada proses klorinasi pengolahan air minum PDAM. *Chlorbenzene* merupakan senyawa kimia yang bersifat racun dan berbahaya bagi kesehatan (Ismorningsih,1972).

2. Builder (Pembentuk)

Berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air. Baik berupa Phosphates (Sodium Tri Poly Phosphate/STPP), Asetat (Nitril Tri Acetate/NTA, Ethylene Diamine Tetra Acetate/EDTA), Silikat (Zeolit), dan Sitrat (asam sitrat).

3. Filler (pengisi)

Adalah bahan tambahan deterjen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas atau dapat

memadatkan dan memantapkan sehingga dapat menurunkan harga. Contoh : Sodium sulfat.

4. Additives

Adalah bahan suplemen/ tambahan untuk membuat produk lebih menarik, misalnya pewangi, pelarut, pemutih, pewarna dan sebagainya yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen. Additives ditambahkan lebih untuk maksud komersialisasi produk. Contoh: Enzyme, Borax, Sodium chloride, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dipakai agar kotoran yang telah dibawa oleh deterjen kedalam larutan tidak kembali ke bahan cucian pada waktu mencuci (anti Redeposisi). Wangi - wangian atau parfum dipakai agar cucian berbau harum, sedangkan air sebagai bahan pengikat.

Kemampuan deterjen untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain atau objek lain, mengurangi keberadaan kuman dan bakteri yang menyebabkan infeksi dan meningkatkan umur pemakaian kain, karpet, alat-alat rumah tangga dan peralatan rumah lainnya, sudah tidak diragukan lagi. Oleh karena banyaknya manfaat penggunaan deterjen, sehingga menjadi bagian penting yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat modern (Arifin, 2008).

Pada proses pengolahan limbah deterjen ini menggunakan metode jartest untuk mengetahui tingkat kekeruhan suatu sample air, maka kita bisa menggunakan alat laboratorium yang bernama Jartest. Jartest ini juga dapat digunakan untuk mengetahui kinerja kogulasi dan flokulasi secara simulasi di laboratorium asalkan air yang dilakukan simulasi dengan jartest ini adalah air yang benar-benar akan dilakukan pengolahan dilapangan.

Standar ini menetapkan suatu metode pengujian koagulasi flokulasi dengan cara jartest, termasuk prosedur umum untuk mengevaluasi pengolahan dalam rangka mengurangi bahan-bahan terlarut, koloid, dan yang tidak dapat mengendap dalam air dengan menggunakan bahan kimia dalam proses koagulasi-flokulasi, yang dilanjutkan dengan pengendapan secara gravitasi. Berdasarkan Lampiran II: Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No. 04 Tahun 2007, tanggal 29 Januari 2007.

Koagulasi

Koagulasi adalah dicampurnya koagulan dengan pengadukan secara cepat guna mendistabilisasi koloid dan solid tersuspensi yang halus, dan masa inti partikel, kemudian membentuk jonjot mikro (mikro flock). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi sebagai berikut :

- a. Suhu air
Suhu air yang rendah mempunyai pengaruh terhadap efisiensi proses koagulasi. Bila suhuair diturunkan , maka besarnya daerah pH yang optimum pada proses kagulasi akan berubah dan merubah pembubuhan dosis koagulan.
- b. Derajat Keasaman (pH)
Proses koagulasi akan berjalan dengan baik bila berada pada daerah pH yang optimum. Untuk tiap jenis koagulan mempunyai pH optimum yang berbeda satu sama lainnya.
- c. Jenis Koagulan
Pemilihan jenis koagulan didasarkan pada pertimbangan segi ekonomis dan daya efektivitas dari pada koagulan dalam pembentukan flok. Koagulan dalam bentuk larutan lebih efektif dibanding koagulan dalam bentuk serbuk atau butiran.
- d. Kadar ion terlarut
Pengaruh ion-ion yang terlarut dalam air terhadap proses koagulasi yaitu : pengaruh anion lebih bsar daripada kation. Dengan demikian ion natrium, kalsium dan magnesium tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap proses koagulasi.
- e. Tingkat kekeruhan
Pada tingkat kekeruhan yang rendah proses destibilisasi akan sukar terjadi. Sebaliknya pada tingkat kekeruhan air yang tinggi maka proses destabilisasi akan berlangsung cepat. Tetapi apabila kondisi tersebut digunakan dosis koagulan yang rendah maka pembentukan flok kurang efektif
- f. Dosis koagulan
Untuk menghasilkan inti flok yang lain dari proses koagulasi dan flokulasi sangat tergantung dari dosis koagulasi yang dibutuhkan Bila pembubuhan koagulan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan maka proses pembentukan inti flok akan berjalan dengan baik.
- g. Kecepatan pengadukan
Tujuan pengadukan adalah untuk mencampurkan koagulan ke dalam air. Dalam pengadukan hal-hal yang perlu diperhatikan adalah pengadukan harus benar-benar merata, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel atau ion-ion yang berada dalam air. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok bila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnyaflok terbentuk dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat berakibat pecahnya flok yang terbentuk.
- h. Alkalinitas

Alkalinitas dalam air ditentukan oleh kadar asam atau basa yang terjadi dalam air (Tjokrokusumo, 1995). Alkalinitas dalam air dapat membentuk flok dengan menghasilkan ion hidroksida pada reaksihidrolisa koagulan.

Flokulasi

Flokulasi adalah pengadukan perlahan terhadap larutan jonjot mikro yang menghasilkan jonjot besar dan kemudian mengendap secara cepat (Tjokrokusumo, 1995).

Ada dua jenis proses flokulasi yaitu :

- a. Flokulasi perikinetik Flok yang diakibatkan oleh adanya gerak thermal (panas) yang dikenal sebagai gerak Brown, prosesnya disebut flokulasi perikinetik. Gerak acak dari partikel-partikel koloid yang ditimbulkan karena adanya tumbukan molekul-molekul air, akan mengakibatkan terjadinya gabungan antar partikellebih sangat kecil $1 < 100$ milimikron (Sank R.K, 1986).
- b. Flokulasi orthokinetik Flokulasi orthokinetik adalah suatu proses terbentuknya flok yang diakibatkan oleh terbentuknya gerak media (air) misalnya pengadukan (Sank R.K, 1986). Pada umumnya kecepatan aliran cairan akan berubah terhadap tempat dan waktu. Perubahan kecepatan dari satu titik ke titik lainnya dikenal sebagai gradien kecepatan, dengan notasi G. Dengan adanya perbedaan kecepatan aliran media cair akan mempunyai aliran kecepatan yang berbeda pula akibatnya akan terjadi tumbukan atau kontak antar partikel.

Sifat-Sifat Kapur (*lime*) dan Penggunaannya

CaO adalah bahan mudah larut dalam air dan menghasilkan gugus hidroksil yaitu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Kapur (*lime*) secara umum terdapat dalam dua bentuk yaitu CaO dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang bersifat basa dan disertai keluarnya panas yang tinggi. Menurut Tarmiji, 1986, penggunaan dari kapur antara lain dibidang kesehatan lingkungan untuk pengolahan air kotor, air limbah maupun industri lainnya. Pada pengolahan air kotor, kapur dapat mengurangi kandungan bahan-bahan organik. Cara kerjanya adalah kapur ditambahkan untuk mereaksikan alkalibikarbonat serta mengatur pH air sehingga menyebabkan pengendapan. Proses pengendapan ini akan berjalan secara efektif apabila pH air antara 6 – 8 (*Considine*).

Sifat-sifat fisik dan kimia *Hydrate lime*:

- a. Bentuk kristal, powder.
- b. Warna, sebagian besar umumnya berwarna putih dan pada tingkat tinggi dapat Hydrate lime dihasilkan dari reaksi quicklime (CaO) dengan air, sehingga terbentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ berwarna abu-abu.

- c. Kepadatan, Kalsium Hydrated lime memiliki tingkat kepadatan kira-kira 2,3 g/gm.
- d. Kelarutan, tingkat kelarutan dari kira-kira 1,85 Ca(OH)₂/l air pada suhu 0°C sampai 0,7 g/l pada suhu 100°C.
- e. Netralisasi asam, Hydrate lime siap bereaksi dengan basa dan gas sehingga tentu saja berkemampuan menetralkan asam (Budi, 2006).

PAC (*Poly Aluminium Chloride*)

PAC adalah suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidroksil serta ion aluminium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk *polynuclear* mempunyai rumus umum Al_m(OH)_nCl_(3m-n). Beberapa keunggulan yang dimiliki PAC dibanding koagulan lainnya adalah :

1. PAC dapat bekerja di tingkat pH yang lebih luas, dengan demikian tidak diperlukan pengoreksian terhadap pH, terkecuali bagi air tertentu.
2. Kandungan belerang dengan dosis cukup akan mengoksidasi senyawa karboksilat rantai siklik membentuk alifatik dan gugusan rantai hidrokarbon yang lebih pendek dan sederhana sehingga mudah untuk diikat membentuk flok.
3. Kadar klorida yang optimal dalam fasa cair yang bermuatan negatif akan cepat bereaksi dan merusak ikatan zat organik terutama ikatan karbon nitrogen yang umumnya dalam struktur ekuatik membentuk suatu makromolekul terutama gugusan protein, amina, amida dan penyusun minyak dan lipida.
4. PAC tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebihan, sedangkan koagulan yang lain bila dosis berlebihan bagi air yang mempunyai kekeruhan yang rendah akan bertambah keruh. Jika digambarkan dengan suatu grafik untuk PAC adalah membentuk garis linier artinya jika dosis berlebih maka akan didapatkan hasil kekeruhan yang relatif sama dengan dosis optimum sehingga penghematan bahan kimia dapat dilakukan. Sedangkan untuk koagulan selain PAC memberikan grafik parabola terbuka artinya jika kelebihan atau kekurangan dosis akan menaikkan kekeruhan hasil akhir, hal ini perlu ketepatan dosis.
5. PAC mengandung suatu polimer khusus dengan struktur polielektrolite yang dapat mengurangi atau tidak perlu sama sekali dalam pemakaian bahan pembantu, ini berarti disamping penyederhanaan juga penghematan untuk penjernihan air.
6. Kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim sehingga penghematan dalam penggunaan bahan untuk netralisasi dapat dilakukan.

7. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa ini diakibatkan dari gugus aktif alumina yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatan ini diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolite sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat, penambahan gugus hidroksil kedalam rantai koloid yang hidrofobik akan menambah berat molekul, dengan demikian walaupun ukuran kolam pengendapan lebih kecil atau terjadi *over-load* bagi instalasi yang ada, kapasitas produksi relatif tidak terpengaruh (Pararaja, 2008).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dan dilaksanakan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat dan Laboratorium PDAM Banjarbaru. Limbah deterjen dibuat di laboratorium PDAM Banjarbaru. Koagulan yang digunakan adalah kapur dan PAC.

Alat

Pada penelitian ini memerlukan seperangkat alat koagulasi yang mana menggunakan *beaker glass* yang dilengkapi dengan pengaduk (*Jar Test*). Botol semprot, termometer (*Philip Haris Limited*), gelas ukur 10 mL, botol kaca, kertas label, pH meter (*Cyberscan 1000*), *stopwatch*, neraca analitik (*Ohaus*), pipet volume 10 mL, incubator, erlenmeyer, corong, propipet, buret, gelas arloji, tangki plastik (dirijen), botol *winkler* dan *turbidimeter* (2100P HACH).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah deterjen buatan, limbah deterjen laundry, kapur, PAC, reagen alkali iodida azida, kertas saring, MnSO₄, K₂MnO₄ 0,06 N, amilum 5%, natrium tiosulfat 0,025 N, asam oksalat 0,01 N, asam sulfat pekat dan *aquadest*.

Prosedur Penelitian

Identifikasi Limbah Deterjen

Sampel air limbah deterjen buatan dan limbah deterjen laundry, selanjutnya diperiksa di laboratorium untuk mengetahui karakteristiknya. Parameter yang diperiksa adalah meliputi parameter air bersih terbatas:

- BOD
BOD diukur dengan metode Titasi Winkler menurut SNI 06-2503-1991.
- COD
COD diukur dengan menggunakan metode titasi menurut SNI 06-2504-1991.
- pH
Untuk pengukuran pH, digunakan pH meter

menurut SNI 06-6989.11-2004.

- Turbidity
Untuk mengukur kekeruhan, digunakan turbidimeter menurut SNI 06-6989.25-2005.

Persiapan Media

Limbah deterjen dibuat dengan cara mencampurkan 20 L air dengan 100gr deterjen, kemudian mengaduknya sampai homogen dan untuk limbah deterjen laundry diambil dari tempat *laundry*.

Proses Pengolahan Limbah Deterjen Variasi Massa Koagulasi-Flokulasi

Dari larutan tersebut diambil 150 mL dan dimasukkan kedalam *beakker glass* dan menambahkan kapur sebagai koagulan dengan variasi massa koagulan adalah 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr dan 5 gr dengan menggunakan proses *Jar-Test* untuk masing-masing sampel. Untuk menghomogenkan larutan untuk proses koagulasi dilakukan pengadukan 100 rpm selama 1 menit. Pada proses flokulasi ini dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit atau sampai terjadi penggabungan inti endapan menjadi molekul yang lebih besar (flok). Flok yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dengan cairannya yaitu dengan cara pengendapan atau pengapungan selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pengukuran terhadap BOD, COD, pH dan turbiditynya.

Penentuan BOD

Sampel dari hasil proses pengolahan dimasukkan kedalam 2 buah botol *winkler* dalam jumlah masing-masing 75 mL, kemudian menambahkan *aquadest* pada masing-masing botol sebanyak 225 mL. Salah satu dari botol tersebut diinkubasi selama 5 hari, kemudian diukur oksigen terlarutnya. Botol *winkler* yang tersisa diukur oksigen terlarutnya pada hari ke 0 dengan menambahkan 2 mL $MnSO_4$ dan 2 mL reagen alkali iodida azida. Menutup dan mengocok larutan tersebut kemudian membiarkannya selama 10 menit. Menambahkan 2 mL H_2SO_4 pekat kemudian mengocoknya. Memindahkan kedalam erlenmeyer 500 mL, setelah itu ditambah 3 tetes amilum 5% dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,025N hingga larutan tak berwarna dan mencatat volume titrasinya.

Penentuan COD

Mengambil sampel dari hasil proses pengolahan koagulasi-flokulasi pada tiap-tiap variasi massa, memasukan kedalam botol dengan jumlah minimum 10 mL. Menambahkan 5 mL H_2SO_4 4 N campur hingga tercampur sempurna. Menambahkan titrasi hasil standarisasi larutan

$KMnO_4$ 0,06 N. Memasukkan dalam penangas air hingga mendidih kemudian mengangkat. Menambahkan 10 mL asam oksalat 0,01 N pertahankan suhunya $\pm 70^\circ-80^\circ C$. Menitrasi dengan $KMnO_4$ 0,06 N hingga warna pink, titrasi dihentikan. Mencatat jumlah $KMnO_4$ 0,06 N yang diperlukan hingga terbentuk warna pink.

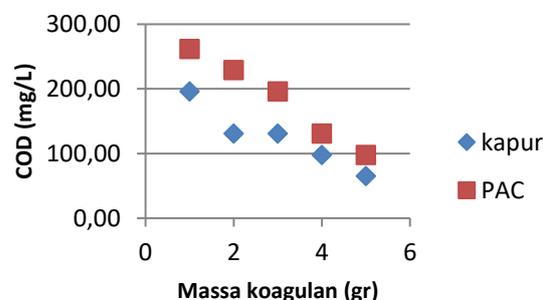
Penentuan pH dan Turbidity

Mengambil 10 mL sampel dan memasukkannya kedalam *beakker glass*. Mengukur pH pada sampel tersebut dengan menggunakan pH meter. Mengambil 10 mL sampel dan ukur turbidity dengan menggunakan turbidimeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang kami lakukan yaitu proses pengolahan limbah deterjen menggunakan suatu metode pengujian koagulasi flokulasi atau bisa juga disebut metode *jar test*. Pada metode koagulasi-flokulasi koagulan yang digunakan ialah koagulan kapur dan koagulan PAC dengan limbah yang diuji adalah limbah deterjen buatan dan limbah hasil dari laundry. Dengan parameter yang dianalisis ialah COD dan BOD serta pH, suhu, dan *turbidity*.

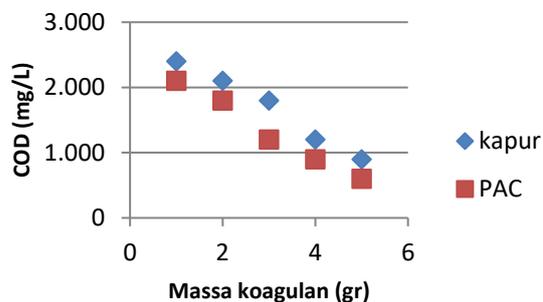
Dari hasil penelitian diperoleh data yang menunjukkan pengaruh massa koagulan terhadap nilai penurunan kadar COD pada limbah deterjen buatan, data ini dapat dilihat pada tabel 1 dan 2



Gambar 1. Hubungan COD (mg/L) terhadap Massa Koagulan (gr) pada Sampel Limbah Deterjen Buatan

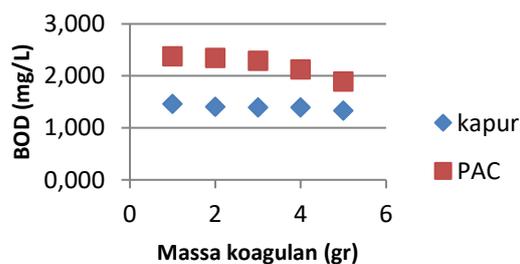
Gambar 1 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya massa koagulan baik pada koagulan kapur maupun koagulan PAC maka makin bertambah tinggi nilai penurunan CODnya karena semakin banyak partikel koloid yang menggumpal dan mengendapkan zat-zat organik sehingga COD terendapkan juga banyak. Dari gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada penambahan koagulan pada massa 5 gram mengalami nilai penurunan COD tertinggi yaitu pada koagulan kapur, walaupun terdapat nilai penurunan COD yang sama sehingga tidak selalu konstan naik

dibandingkan pada penambahan koagulan PAC dengan nilai penurunan COD yang terus meningkat.



Gambar 2. Hubungan COD (mg/L) terhadap Massa koagulan (gr) pada Sampel Limbah Laundry

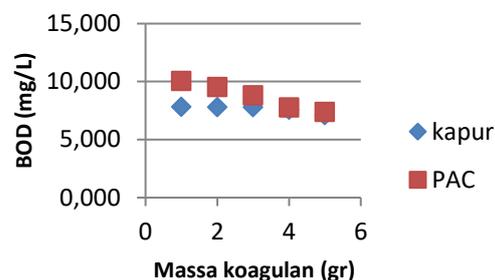
Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya massa koagulan baik pada koagulan kapur maupun koagulan PAC maka makin bertambah tinggi nilai penurunan CODnya karena semakin banyak partikel koloid yang menggumpal dan mengendapkan zat-zat organik sehingga COD terendapkan juga banyak. Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa penambahan koagulan pada massa 5 gram mengalami nilai penurunan COD tertinggi yaitu pada koagulan kapur dengan nilai penurunan COD yang terus meningkat, sedangkan saat penambahan koagulan PAC pada massa 5 gram nilai penurunan COD pada massa penambahan koagulan 4 gram dan 5 gram memiliki nilai yang sama.



Gambar 3. Hubungan BOD (mg/L) terhadap Massa Koagulan (gr) pada Sampel Limbah Deterjen Buatan

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa dari variasi massa koagulan 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, dan 5 gr, koagulan kapurlah yang bisa menurunkan nilai BOD pada sampel limbah deterjen buatan ini, sedangkan koagulan PAC belum bisa menurunkan nilai BOD. Akan tetapi dari gambar 3 tersebut dapat kita lihat bahwa nilai penurunan BODnya menghasilkan grafik yang naik seiring dengan bertambahnya jumlah massa yang digunakan,

walaupun pada massa 5 gr koagulan PAC belum bisa menurunkan nilai BOD.



Gambar 4. Hubungan BOD (mg/L) terhadap Massa Koagulan (gr) pada Sampel Limbah Laundry

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa koagulan kapur dan koagulan PAC dapat menurunkan nilai BOD pada sampel laundry ini. Akan tetapi koagulan PAC hanya bisa menurunkan nilai BOD pada massa 4 dan 5 sedangkan koagulan kapur mengalami penurunan nilai BOD seiring dengan bertambahnya massa koagulannya. Dari kedua grafik tersebut menunjukkan penurunan nilai BOD seiring dengan bertambahnya massa koagulan, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kedua koagulan tersebut yaitu kapur dan PAC sama-sama bisa menurunkan BOD, akan tetapi dalam penggunaannya koagulan kapur lah yang paling efektif. Dari lima variasi massa yang digunakan tersebut massa 5 gr lah yang paling efektif digunakan untuk menurunkan nilai BOD. Tetapi terdapat nilai BOD yang lebih tinggi dibandingkan nilai BOD limbah deterjen sebelum dilakukan pengolahan koagulasi-flokulasi. Ini dikarenakan nilai dari tingkat pencemaran < 4000 yaitu BOD untuk sampel limbah deterjen buatan sebesar 1,513 mg/L sedangkan BOD untuk sampel limbah deterjen laundry sebesar 8,060 mg/L, apabila tingkat pencemaran tidak >4000 tidak begitu efektif menggunakan proses anaerob ini dapat dilihat dari nilai penurunan BOD dari limbah deterjen buatan maupun limbah deterjen laundry.

Diantara koagulan kapur dan PAC koagulan kapurlah ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang paling efektif menurunkan nilai BOD maupun COD ini karena pada deterjen adanya fosfor yang sangat mempengaruhi nilai BOD dan COD yang terdapat pada air limbah sehingga penggunaan koagulan kapurlah yang bagus karena pada penggunaan kapur, baik kalsium maupun hidroksida akan bereaksi dengan *orthophosphorus* hingga terbentuk endapan *hydrocyaptite*. Fosfor organik dan *polyphosphate* dipisahkan dengan reaksi yang lebih kompleks dengan adsorpsi dan akan membentuk flok, sehingga untuk proses pengolahan koagulasi-flokulasi pada limbah

deterjen penggunaan kapurlah yang paling baik. Sedangkan menurut Tjokokusumo ion kalsium tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap proses koagulasi tetapi dari hasil penelitian yang dilakukan penggunaan koagulan kapurlah yang efektif menurunkan nilai BOD dan COD dibandingkan koagulan PAC.

Menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh Budi (2006) pada limbah buangan yang mengandung terutama limbah deterjen, dimana pada penggunaan koagulan kapurlah yang baik digunakan sebagai koagulan dengan keefektifan penurunan sebesar 80,1% -98,5%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Nuranto dkk (2008) penggunaan koagulan kapurlah yang paling efektif untuk penurunan BOD dan COD yaitu sebesar 75%-87% dibandingkan penggunaan koagulan PAC hanya sebesar 65% yang biasanya digunakan RSU Sleman Yogyakarta dimana penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemakaian deterjen terhadap kandungan fosfat di dalam air limbah terhadap pengaruh nilai BOD dan COD.

Selain karena itu turbidity, pH dan suhu juga mempengaruhi pada pengolahan limbah deterjen. Turbidity pada limbah deterjen buatan didapat semakin banyak penambahan massa koagulan maka semakin tinggi turbiditynya baik menggunakan koagulan kapur maupun PAC ini karena limbah yang digunakan ialah limbah deterjen buatan yang hampir tidak mempunyai pengotor berupa kekeruhan karena air yang dipakai air bersih sehingga makin rendah kekeruhan, makin sukar pembentukkan flok. Makin sedikit partikel, makin jarang terjadi tumbukan antar partikel/flok, oleh sebab itu makin sedikit kesempatan flok berakumulasi. Makin banyak massa koagulan maka makin tinggi turbiditynya karena pengaruh dari banyaknya koagulan yang dimasukkan kedalam limbah deterjen buatan sehingga memberikan warna yaitu kekeruhan pada limbah yang diolah, lain halnya pada turbidity limbah deterjen laundry yang terdapat banyak pengotor dan tingkat kekeruhan yang tinggi karena dari hasil pencucian baju-baju kotor yang pengotornya akan menjadi flok dan mengendap dan limbah akan menjadi bersih dengan nilai turbidity akan turun dengan penggunaan PAC yang paling tinggi dalam penurunan turbidity yaitu pada limbah deterjen buatan pada massa 1 gr untuk penurunan optimal turbidity dan limbah deterjen laundry pada massa 5 gr untuk penurunan optimal turbidity berturut-turut ialah 28.4 NTU dan 2.78 NTU dengan baku mutu standar air bersih adalah 25 NTU. Pada pH nilai tergantung dari koagulan yang digunakan karena kapur bersifat basa sama dengan limbah deterjen sehingga pH menjadi naik yaitu pada limbah deterjen buatan 10,39 menjadi 12,64 pada massa koagulan 5 gram dan pada

limbah deterjen laundry 9,49 menjadi 12,7 sedangkan pH untuk koagulan PAC turun yaitu pada limbah deterjen buatan 10,39 menjadi 9,97. pada massa koagulan 5 gram dan pada limbah deterjen laundry 9,49 menjadi 8,06. Suhu berpengaruh terhadap daya koagulasi-flokulasi dan kalau suhu limbah tinggi maka akan memerlukan pemakain bahan koagulan yang banyak, dari hasil yang didapat suhu limbah sebelum dan sesudah pengolahan tidak terjadi perubahan yaitu pada suhu rata-rata 28,5°C.

KESIMPULAN

1. Koagulan kapur merupakan koagulan yang paling efektif diantara kapur dan PAC pada proses koagulasi-flokulasi dari pengolahan limbah deterjen buatan dan limbah *laundry* untuk menurunkan kandungan BOD dan COD nya.
2. Massa optimum dari koagulan kapur dan PAC ialah pada massa 5 gram dengan nilai penurunan BOD dan COD baik pada limbah deterjen buatan maupun limbah deterjen *laundry* yang paling tinggi terdapat pada koagulan kapur.
3. Persen maksimum penurunan kadar BOD dan COD didapat pada koagulan kapur pada massa 5 gr, pada limbah deterjen buatan persen penurunan sebesar 75% sedangkan pada limbah deterjen laundry ialah 78,57% untuk nilai COD. Sedangkan untuk nilai BOD persen maksimum penurunan terdapat pada massa 5 gr kapur, pada limbah deterjen buatan persen penurunan sebesar 12,05% sedangkan pada limbah deterjen laundry ialah 11,57%.

DAFTAR PUSTAKA

- ALAERTS, G DAN SARTIKA, S. S. 1987. *Metode Penelitian Air Usaha Nasional*. Surabaya.
- ARIFIN, 2008, *Metode Pengolahan Deterjen*. SMK Negeri 3 Kimia. Madiun.
- BUDI, S. S. 2006. *Penurunan Fosfat Dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas Dan Filtrasi Zeolit Pada Limbah Cair (Studi Kasus Rs Bethesda Yogyakarta)*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- HALANG, B. 2004. *Toksisitas Air Limbah Deterjen Terhadap Ikan Mas*. Jurnal Bioscientiae Volume 1, Nomor 1. Program Studi Biologi FKIP Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- ISMINGSIH, Msc. S. Teks. 1972. *Analisa Zat Aktif Permukaan Dan Detergen*. Bandung : Institut Teknologi Tekstil.
- NURANTO, S dkk. 2008. *Menurunkan Kadar Fosfat Dalam Air Limbah Rumah Sakit Studi*

- Kasus : Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Sleman.* Media Teknik. Yogyakarta.
- PARARAJA, A. 2008. *Pengaruh Surfaktan Las Pada Efisiensi Proses Koagulasi-Flokulasi* dalam www.docstoc.com
- SANK, R.K. 1986. *Water Treatment Plant Design For The Practising Engineer*, Ann Arbor Science Publisher, Inc . Michigan
- TJOKROKUSUMO. 1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air.* STTL “YLH”. Yogyakarta.