

JURNAL RISET

TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI

Vol. 6, No. 1, Mei 2015

Pengolahan Air Limbah Industri Karton Box Dengan Metode Integrasi *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB)* dan Elektrokoagulasi-Flotasi
Hanny Vistanty, Aris Mukimin dan Novarina Irnaning Handayani

Pemisahan Tanin Dan HCN Secara Ekstraksi Dingin Pada Pengolahan Tepung Buah Mangrove Untuk Substitusi Industri Pangan
Muryati dan Nelfiyanti

Pemanfaatan Konsorsium Mikroba untuk Meningkatkan Kerja Sistem Lumpur Aktif
Novarina Irnaning Handayani

Kemampuan Bakteri Halofilik untuk Pengolahan Limbah Industri Pemindangan Ikan
Nilawati, Marihati, Sudawanita, Nanik Indah Setianingsih

Aplikasi Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka dengan Sistem ABR dan UAF
Djarwanti

JURNAL RISET Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri	Vol. 6	No. 1	Halaman 1 - 34	Semarang, Mei 2015	ISSN No. 2087-0965
---	--------	-------	-------------------	-----------------------	--------------------

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri adalah majalah ilmiah berkala yang memuat karya tulis ilmiah di bidang pencegahan pencemaran industri, diterbitkan secara teratur dua kali per tahun oleh Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang, Kementerian Perindustrian

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab / Ketua Pengarah

Kepala BBTPPI Semarang

Pengarah

Ir. Nasuka, MM , Ir Didik Harsono

Pemimpin Redaksi

Cholid Syahroni, S.Si, M.Si

Mitra Bestari

Prof. Dr. Ir. Eddy Hermawan, M.Sc (Meteorologi) – Dr. Bambang Cahyono, M.Sc (Kimia Organik)
Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA (Teknologi Kimia) – Prof. Dr. Drs. Karna Wijaya, M.Eng (Kimia Energi dan Kimia Bahan)

Dewan Redaksi

Dr. Aris Mukimin, S.Si, M.Si (Kimia Lingkungan), Ir. Nani Harihastuti, M.Si (Teknologi Lingkungan) ,
Drs. M. Moenir, M.Si (Biologi Lingkungan), Ir. Marihati (Simulasi dan Kontrol Proses),
Rame, S.Si, M.Si (Kimia Lingkungan), Novarina Irnaning Handayani, S.Si, M.Si
(Biologi Lingkungan), Bekti Marlana, ST, M.Si (Ilmu Lingkungan), Subandriyo S.Si, M.Si
(Ilmu Lingkungan), Ikha Rasti Juliasari, ST, M.Si (Ilmu Lingkungan),
Ir. Djarwanti (Teknologi Lingkungan)

Redaksi Pelaksana

Silvy Djayanti, ST, M.Si
Nur Zen, ST
Januar Arif Fatkhurrahman

Sekretaris

Farida Crisnaningtyas, ST
Hanny Vistanty, ST, MT

Distribusi

Eko Widowati, SH
Santoso

Alamat Redaksi

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI)
Jl. Kimangunsarkoro No.6 Semarang, Telp. 024-8316315, Fax. 024-8414811
email : jurnalrisetppi@kemenperin.go.id

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

DAFTAR ISI

<i>Hasil Penelitian</i>	<i>Halaman</i>
Pengolahan Air Limbah Industri Karton Box Dengan Metode Integrasi <i>Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB)</i> dan Elektrokoagulasi-Flotasi.....	1 – 8
Pemisahan Tanin Dan HCN Secara Ekstraksi Dingin Pada Pengolahan Tepung Buah Mangrove Untuk Substitusi Industri Pangan.....	9 - 15
Pemanfaatan Konsorsium Mikrobial Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Lumpur Aktif	17 - 22
Kemampuan Bakteri Halofilik untuk Pengolahan Limbah Industri Pemindangan Ikan.....	23 - 28
Aplikasi Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka dengan Sistem ABR dan UAF.....	29 - 34

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

PENGANTAR REDAKSI

Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Volume 6, No. 1, Mei 2015, terbit dengan menyajikan makalah-makalah hasil penelitian dengan topik utama pengembangan teknologi dalam upaya pencegahan pencemaran industri serta upaya untuk mencari bahan baku alternatif industri pangan dengan memanfaatkan bahan baku yang kurang dimanfaatkan. Topik-topik tersebut kami sajikan dalam rangka mendukung konsep *green industry*, yaitu pengembangan sektor industri yang berkesinambungan, baik secara ekonomi, lingkungan maupun sosial.

Pada terbitan ini, redaksi menyajikan makalah dengan topik :

1. Pengolahan Air Limbah Industri Karton Box Dengan Metode Integrasi *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB)* dan Elektrokoagulasi-Flotasi
2. Pemisahan Tanin Dan HCN Secara Ekstraksi Dingin Pada Pengolahan Tepung Buah Mangrove Untuk Substitusi Industri Pangan
3. Pemanfaatan Konsorsium Mikrobia Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Lumpur Aktif
4. Kemampuan Bakteri Halofilik untuk Pengolahan Limbah Industri Pemindangan Ikan
5. Aplikasi Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka dengan Sistem ABR dan UAF

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

Ruang Lingkup Jurnal

Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri adalah majalah ilmiah yang berdedikasi sebagai media diseminasi dari hasil penelitian atau kajian teknologi. Jurnal ini terbuka bagi semua peneliti dan semua pihak dengan kontribusi yang difokuskan pada studi eksperimental dan analisis teoritis fenomena yang terkait dengan teknologi lingkungan serta pengembangan proses dan simulasi, desain peralatan dan fabrikasi, bahan atau material yang digunakan dalam upaya pencegahan pencemaran industri. Artikel bertujuan untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam bidang teknologi pencegahan pencemaran industri melalui pengembangan di bidang: bioteknologi, teknologi industri hijau, konservasi energi, dan pemulih sumber daya dan daur ulang.

Naskah dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang baik dan benar. Naskah tersebut belum pernah diterbitkan dan tidak direncanakan diterbitkan dalam publikasi yang lainnya.

Tata Cara Pengiriman

Naskah disampaikan dalam bentuk softcopy dan dikirimkan ke redaksi Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri ke email: jurnalrisetppi@kemenperin.go.id. Redaksi berhak menolak naskah atau artikel yang dianggap tidak layak untuk diterbitkan.

Petunjuk Penulisan

1. Naskah ditulis menggunakan format file dengan ekstensi **.docx** atau **.doc**, font arial, spasi 1,5 pada kertas A4 (kwarto), margin kiri-kanan 30 mm bawah-atas 25 mm. Naskah tidak lebih dari 10.000 (sepuluh ribu) kata atau maksimal 15 halaman.
2. Format naskah yang berasal dari hasil penelitian adalah: Judul, Nama penulis dan alamat instansi, email koresponden, Abstraks Bahasa Indonesia, Kata kunci berbahasa Indonesia, Abstrak berbahasa Inggris, Keywords, Pendahuluan, Metode, Hasil dan pembahasan, Kesimpulan, Ucapan terimakasih (kalau ada) dan Daftar pustaka. Naskah yang bukan hasil penelitian maka formatnya disesuaikan dengan kaidah ilmiah yang berlaku.
3. Judul: ditulis dengan huruf besar font 14 pt bold, singkat, jelas, menggambarkan isi naskah dan maksimal 16 kata
4. Nama penulis: ditulis dengan font 12 pt bold yang berisi nama lengkap, tanpa gelar akademik. Apostrof ditulis dibelakang nama penulis dengan format superscript. Jika penulis lebih dari satu dan instansinya berbeda maka ditandai dengan contoh: Zen¹, Rado², Janu³. Jarak antara judul dengan nama penulis adalah 2 spasi.

5. Abstrak: ditulis dalam dua bahasa (Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris) dan maksimal 250 kata. Abstrak memuat perumusan masalah, tujuan, metode, hasil utama, kesimpulan hasil penelitian. Judul abstrak ditulis dengan font 11 pt bold. Isi abstrak dalam bahasa Inggris ditulis dengan font 11 pt italic dengan jarak 1 spasi. Jarak nama dengan abstrak adalah 2 spasi.
6. Kata kunci dan Key words: maksimal 5 kata. Judul kata kunci ditulis dengan font 11 pt bold. Isi ditulis dengan font 11 pt italic. Jarak abstrak/*abstract* dengan kata kunci/*keywords* 2 spasi.
7. Isi naskah: ditulis dengan font arial 12 pt dan 1,5 spasi.
8. Gambar dan tabel diberi nomor urut. Judul tabel ditulis di atas tabel, sedangkan judul gambar ditulis di bawah gambar. Gambar hendaknya beresolusi tinggi. Jumlah gambar dan tabel tidak melebihi 30% dari keseluruhan naskah.
9. Sitasi: ditulis di dalam teks dengan identitas nama dan tahun dalam tanda kurung. Sitasi ditempatkan sebelum tanda baca, contoh
 - Bahan ini digunakan dalam berbagai macam aplikasi (Zen dkk., 2009)
 - Hasil inikemudiandibantah oleh Becker dan Seligman (Hariastuti, 2007)
 - Efek initelah banyak dipelajari (Subandrio, 2004; Marlina dkk., 2010; Hanny, 2011).
10. Daftar pustaka: disusun menurut contoh sebagai berikut:

Buku

Carter CB., Norton MG., 2013, Ceramic Materials: Science and Engineering , 2nd edn., Springer, New York

Jurnal

Hanaor DAH., Sorrell CC., 2011, Review of the anatase to rutile phase transformation, J Mater Sci 46(2):855-874.

Artikel terpublikasi online

Kaplan WD., Chatain D., Wynblatt P., Carter WC., 2013, A review of wetting versus adsorption, complexions, and related phenomena: the Rosetta stone of wetting, J Mater Sci. doi: 10.1007/s10853-- 009-3874-0

Dokumen online

Barthelmy D., 2007 Cryptomelane. <http://webmineral.com/data/Cryptomelane.shtml>. Accessed 28 July 2013

Skripsi/thesis/Disertasi

Blanford CF., 2000, Synthesis and electron microscopy of inorganic and hybrid organic-inorganic mesoporous and macroporous materials. PhD Dissertation, University of Minnesota

Prosiding

Moertinah S., 2009, Teknologi pengolahan air limbah tenun sintesis, Dalam prosiding Seminar Nasional HKI, Semarang

11. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh dewan redaksi dengan kriteria penilaian meliputi: kesesuaian ruang lingkup jurnal, kebenaran isi, orisinalitas dan kejelasan uraian. Naskah yang tidak dapat dimuat akan diberitahukan kepada penulis.
12. Pendapat atau pernyataan ilmiah merupakan tanggung jawab penulis
13. Hal-hal yang belum jelas dapat menghubungi redaksi

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Hanny Vistanty (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Pengolahan Air Limbah Industri Karton Box Dengan Metode Integrasi *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB)* dan Elektrokoagulasi-Flotasi
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 1 - 8

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kinerja teknologi integrasi *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB)* dengan elektrokoagulasi-flotasi (ECF) sebagai unit pengolah air limbah industri karton box dalam berbagai kondisi operasi. Sebelum diaplikasikan, unit UASB diawali dengan proses aklimatisasi selama 7 hari menggunakan dua jenis substrat, yaitu gula dan pati. Operasional UASB secara kontinyu dilakukan pada berbagai OLR dan HRT konstan (24 jam). Air limbah terproses UASB kemudian dielektroflotasi menggunakan anoda aluminium (Al) dan besi (Fe). Optimalisasi proses ECF dikaji pada berbagai variabel pH dan waktu elektrolisis. Proses UASB dengan substrat pati menunjukkan efektivitas aklimatisasi yang tinggi dibanding substrat gula. Kondisi steady-state akan tercapai setelah 6 hari operasional dengan efisiensi penurunan COD 91% dan OLR 25 kg COD/m³ hari. Aplikasi UASB secara kontinyu telah mampu menurunkan COD 94% dengan waktu tinggal 24 jam. Proses ECF mampu menurunkan COD air limbah terolah UASB sekitar 70-81%. Kondisi optimum penurunan COD tercapai pada pH 7,5 untuk anoda Al dan pH 6 atau 9 untuk anoda Fe. Penambahan waktu elektrolisis di atas 10 menit sangat mempengaruhi efektivitas penurunan COD untuk anoda Fe sedangkan anoda Al tidak terjadi penurunan yang signifikan. Jumlah *sludge* yang dihasilkan oleh proses ECF sebanyak 4 kg/m³ untuk anoda Al dan 5 kg/m³ untuk anoda Fe. Biaya kebutuhan energi berkisar antara 4,5 hingga 18 kWh/m³ dan konsumsi elektroda sebanyak 0,17 kg Al/m³ atau 0,515 kg Fe/m³. Integrasi UASB dan ECF berpotensi untuk diaplikasikan sebagai sistem pengolahan air limbah industri karton box yang efektif.

(Hanny Vistanty, Aris Mukimin dan Novarina Irnaning Handayani)

Kata Kunci : metode integrasi, elektrokimia, UASB, air limbah industri karton box

Muryati (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Pemisahan Tanin Dan HCN Secara Ekstraksi Dingin Pada Pengolahan Tepung Buah Mangrove Untuk Substitusi Industri Pangan
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 5 (2) 2014 : 9 – 15

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimal dalam pemisahan tanin dan HCN pada pengolahan tepung buah tancang (*Bruguiera gymnorhiza*) sehingga dihasilkan tepung tancang yang aman digunakan untuk substitusi bahan baku industri pangan. Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan pendahuluan yaitu diblansing dengan cara direndam dalam air panas suhu 95-100 °C dengan variabel waktu perendaman 5 menit (mnt); 7,5 mnt; 10 mnt dan 15 mnt. Dari masing-masing waktu blansing dilanjutkan dengan pengupasan dan tanpa pengupasan (sebagai pembandingan) serta perendaman dan tanpa perendaman (pembandingan). Ekstraksi dilakukan dengan perendaman dalam air selama 2 hari. Kondisi penghilangan tanin dan HCN yang optimal dilakukan pada blansing 7,5 menit dilanjutkan pengupasan dan perendaman; dihasilkan pengujian kadar tanin 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg dan karbohidrat 79,57 %. Hasil pengujian tanin, HCN, cemaran logam dan cemaran mikroba, memenuhi persyaratan mutu tepung singkong sehingga aman untuk bahan makanan.

(Muryati dan Nelfiyanti)

Kata Kunci : ekstraksi, blansing, tanin, HCN, buah tancang, SNI

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Hanny Vistanty (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Corrugated Cardboard Industry Wastewater Treatment By An Integrated Method Of Upflow
Anaerobic Sludge Bed And Electrocoagulation-Flotation Reactors
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 1 - 8

In this study, performance of Upflow Anaerobic Sludge Bed and Electrocoagulation-flotation (ECF) reactors treating corrugated cardboard industry wastewater was evaluated under different operating conditions. The UASB unit was initially acclimated to wastewater for 7 days, and the use of two types of substrates, sugar and starch, was investigated. Continuous operation of UASB was then conducted under different OLR and constant HRT (24 h). The ECF process with Al and Fe anodes was applied after UASB on varied pH and time of electrolysis. Acclimatization stability of UASB unit using starch substrate reached a higher efficiency, compared to sugar substrate. Steady-state was reached after 6 days operation at OLR of 25 kg COD/m³ day. Continuous operation of UASB was able to reach 94% of COD removal efficiency at 24 h HRT. ECF process was then carried out, with COD removal efficiency ranging from 70 to 81%. The optimum pH of ECF process was 7.5 and 6 or 9 for Al and Fe anode, respectively. Increasing time of electrolysis largely influence COD removal efficiency for Fe anode, however, a significant increase was not observed for Al anode. Sludge produced was about 4 kg/m³ and 5 kg/m³ for Al and Fe anode, respectively, with energy consumption cost ranged between 4.5 to 18 kWh/m³ and electrode consumption was 0.17 Kg Al/m³ and 0.515 Kg Fe/m³. The result of this study indicated that the integrated method of UASB and ECF could be applied as an effective treatment for corrugated cardboard industry wastewater.

(Hanny Vistanty, Aris Mukimin and Novarina Irnaning Handayani)

Keywords : *Integrated method, electrochemical, UASB, corrugated cardboard wastewater*

Muryati (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Pemisahan Tanin Dan HCN Secara Ekstraksi Dingin Pada Pengolahan Tepung Buah Mangrove
Untuk Substitusi Industri Pangan
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 5 (2) 2014 : 9 – 15

The aim of this research was to obtain optimum condition in the separation of HCN and tannin in processing tancang fruit flour (Bruguiera gymnorhiza) so produced tancang flour which safe for substitution of raw materials used for the food industry. This research was conducted with preliminary treatment by blanching. Tancang fruit soaked in the hot water with temperature 95-100 °C with variable time soaking 5 minutes; 7, 5 minutes; 10 minutes and 15 minutes. Each time blanching followed by stripping and without stripping (for comparing) and also soaking and without soaking (comparison). The extraction is done by soaking in water for 2 days. The conditions of removal the tannins and optimal HCN was done at blanching 7.5 minutes continued stripping and soaking; the resulted tannin levels test 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg and 79,57 % carbohydrates. The results tested of tannins, HCN, metal impurities and microbial impurities, eligible for cassava flour quality so it is safe for food ingredients.

(Muryati and Nelfiyanti)

Keywords : *extraction, blanching, tannins, HCN, fruit tancang, SNI*

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Novarina Irnaning Handayani (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Pemanfaatan Konsorsium Mikroba untuk Meningkatkan Kerja Sistem Lumpur Aktif
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 17 - 22

Industri tekstil sebagian besar menggunakan mengolah limbah cair pada instalasi pengolahan air limbah dengan menggunakan sistem fisika, kimia, dan biologi. Sistem biologi yang digunakan biasanya adalah lumpur aktif yang terkadang mengalami gangguan. Tujuan penelitian ini adalah membuat konsorsium mikrobia terpilih yang dapat menaikkan kinerja lumpur aktif yang sedang terganggu, diindikasikan dengan turunnya nilai *sludge volume* dalam reaktor lumpur aktif serta menurunkan COD air limbah terolah. Terpilih 6 (enam) jenis bakteri non patogen yaitu *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sp*, *Kurthia zopfii*, dan *Pseudomonas stutzeri* untuk digabungkan dalam satu konsorsium. Hasil uji antagonisme antar species terpilih menunjukkan tidak munculnya zone penghambatan, sehingga 6 (enam) jenis bakteri tersebut dapat digabungkan menjadi satu kesatuan. Hasil uji coba laboratorium menunjukkan konsorsium yang ditambahkan nutrisi berupa 25 gr bekatul dan 50 gram gula per liter air dengan pencapaian *sludge volume* 30 menit 85% dan setelah diendapkan 24 jam adalah 35% dengan penurunan COD 82%. Uji coba lanjutan menunjukkan bahwa konsorsium dalam 6 jenis bakteri ditambah Nitrobacter dan yeast *sludge volume* 30 menit terbaik mencapai 73% setelah diendapkan 24 jam menjadi 32% dengan penurunan COD mencapai 81%.

(Novarina Irnaning Handayani)

Kata Kunci : mikrobia, lumpur aktif, *sludge volume*

Nilawati (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Kemampuan Bakteri Halofilik untuk Pengolahan Limbah Industri Pemandangan Ikan
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 23 - 28

Industri pemandangan ikan dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah cair. Limbah tersebut langsung dibuang ke sungai, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama bau akibat dari pembusukan protein. Kapasitasnya 150 m³ per-hari untuk 1 industri. Limbah cair rebusan ikan pindang mengandung beban cemaran yang cukup tinggi, dengan nilai permanganat 15.073 ppm dan BOD 5.380 ppm. Pengolahan limbah cair dalam penelitian ini menggunakan sistem *batch* dan kontinyu yang diamati setiap hari selama 8 hari (hari ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7). Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai permanganat paling optimal terjadi pada hari ke 6 sebesar 4.266 ppm atau penurunannya sebesar 2.401 ppm, atau 36,01 persen untuk sistem *batch*. Sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm turun 13,47 persen. Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang dengan bakteri halofilik. Nilai BOD terjadi penurunan yang signifikan, untuk pengolahan dengan sistem *batch* secara keseluruhan nilai BOD sistem *batch* lebih rendah daripada sistem kontinyu. Penurunan yang optimal pada hari ke-6 menjadi 496 ppm terjadi penurunan sebesar 1.203 ppm atau 70,81 persen, sedangkan sistem kontinyu nilai BOD tidak terjadi penurunan.

(Nilawati, Susdawanita dan Nanik Indah Setianingsih)

Kata Kunci : bakteri halofilik, pengolahan, limbah pindang

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Novarina Irnaning Handayani (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Microbial Consorsium Utilization to Increase Activated Sludge Performance
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 17 - 22

Industry in the production process can not be separated from good fuel oil, coal, or gas to run the existing process units, from the heater, boiler, oven, generator sets (gensets) to the incinerator where the combustion resulting in emissions. These emissions released into the environment through the air chimney, which refers to the construction simulation of air dispersion No. Kep. 205 / BAPEDAL / 07/1996 on Technical Guidelines for Air Pollution Control. This study aims to describe the chimney in the province of Central Java in 4 levels of adherence to monitoring air quality as part of the criteria in the compliance aspect PROPER. The method used is descriptive qualitative. The scope of the study is limited to 30 chimneys of industrial boilers in Central Java Province. The results showed that the characteristics of the boiler chimney industry in Central Java Province 66.67% has met the basic requirements of sampling air emissions as one of the prerequisites pentaaatan environment; 20% of the industry already has a sampling hole in the absence of a platform or additional fittings; 6.67% is complete with extra amenities and only 6.67% of the sample population who do not have the basic requirements of sampling.

(Novarina Irnaning Handayani)

Keywords : *microbial, activated sludge, sludge volume*

Nilawati (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Ability Halophilic Bacteria to Treatment Waste Water from Salt Boiled Fish Processing Industrial
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 23 - 28

Industry which produced salt fish boiled will get waste water in the processing it. The waste water directly discharged into the river, it can cause environmental pollution primarily due to the smell of decaying protein. The capacity is 150 m³ per day for 1 industry. Waste water containing boiled fish stew contamination load is high enough, the permanganate value was 15,073 ppm and 5,380 ppm BOD. Wastewater treatment in this study using batch and continuous systems were observed daily for 8 days (days 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7). The results showed a decrease in the value of the most optimal permanganate occurred on day 6th of 4,266 ppm or decline amounted to 2,401 ppm, or 36.01 per cent of the batch system. System continuous decline optimal on the 3rd day ie 5906 ppm down 13.47 percent. So the batch system is more effective than continuous system at the waste water salt boiled fish treatment with halophilic bacteria. BOD values decrease significantly, for processing by the system as a whole system BOD value is lower than the continuous system. Optimal reduction on day 6th to 496 ppm of a decline of 1,203 ppm or 70.81 percent, while the continuous system BOD values do not decline.

(Nilawati, Susdawanita dan Nanik Indah Setianingsih)

Keywords: *halophilic bacteria, processing, waste water boiled salt fish*

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Djarwanti (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)
Aplikasi Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka dengan Sistem ABR dan UAF
JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 29 - 34

Pengasinan merupakan metode pengawetan yang sudah lama dengan menggunakan garam krosok namun pengasinan dengan limbah cair garam 30^0Be belum banyak dilakukan. Keuntungan dengan metode ini akan menghasilkan produk ikan asin yang rendah NaCl dan tinggi kandungan Mg. Penelitian ini menggunakan 1 variabel yaitu konsentrasi limbah cair garam 30^0Be yaitu B0 (0 persen-kontrol), B10 (10 persen), B20 (20 persen), B30 (30 persen), B40(40 persen), B50 (50 persen) dan kontrol B100 (100 persen) serta kontrol pembanding penggaraman kering dengan garam bahan baku G100 (100 persen) atau dikenal garam krosok. Hasil penelitian diperoleh kandungan NaCl murni pada pemakaian larutan 30^0Be sebanyak 10 persen sebesar 6,952 persen. Dan pada konsentrasi limbah cair garam 30^0Be dengan konsentrasi 50 persen diperoleh kandungan NaCl murni sebesar 15,478 persen, namun untuk kontrol yang menggunakan garam krosok maka NaCl nya paling tinggi, sedangkan kontrol dengan 100 persen larutan 30^0Be kandungan NaCl murninya sampai 25,134 persen, yang menggunakan garam bahan baku kandungan NaCl sebesar 43,864 persen. Perlakuan yang terbaik diperoleh pada pemakaian larutan garam 30^0Be pada konsentrasi 40 persen. Kandungan Magnesium pada penelitian ini berkisar antara 0,387 Sampai 3,444 persen. Perlakuan mulai konsentrasi 30 persen keatas penampakan ikan asin putih kecoklatan, empuk, bersih, namun kalau dibawah 30 persen penampakannya kecoklatan muda, daging liat agak keras namun NaCl nya rendah.

(Djarwanti)

Kata Kunci : air limbah tapioka, ABR, UAF

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
(RESEARCH JOURNAL OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY)
Volume 6, Nomor 1, Mei 2015

Djarwanti (Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang)

Application of Tapioka Wastewater Treatment by ABR and UAF System

JURNAL RISET TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI, 6 (1) 2015 : 29 - 34

For environmental pollution prevention, many Tapioca industries have designed their own anaerobic wastewater treatment plant (WWTP). However, the treatment process was less effective due to lack of study about important aspects in designing Anaerobic WWTP. The lack of study about these parameters design lead to wrongly chosen on what kind of Anaerobic WWTP reactor should be applied, and this particularly can make the anaerobic process not effective.

This review aims to compare the technical feasibility and economical feasibility of tapioca wastewater treatment between Anaerobic Baffled Reactor (ABR) technology and Upflow Anaerobic System (UAF). ABR technology has been applied in Sekalong Small-Medium Scale enterprises (SME) centre, while UAF has been applied in Margoyoso SME's centre, Central Java.

Data used in this review was based on data gained from application of the prototype from both sekalong and margoyoso SME's centre.

The result shows that UAF system is technically and economically reasonable to substitute ABR system. Hydraulic retention time (HRT) of UAF is shorter than ABR, which lead to reactor volume minimization in UAF system. For capacity of 20 m³/day, construction budget for UAF is 47.77% cheaper than ABR.

(Djarwanti)

Keywords : *tapioca industry's waste water, ABR, UAF*

PEMANFAATAN KONSORSIUM MIKROBIA UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM LUMPUR AKTIF

MICROBIAL CONSORSIUM UTILIZATION TO INCREASE ACTIVATED SLUDGE PERFORMANCE

Novarina Irnaning Handayani

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang
Email : nova.bbtppi@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 5 Januari 2015, disetujui tanggal 8 April 2015

ABSTRACT

*The textile industries in a wastewater treatment plant using the system of physics, chemist, and biology. Biological systems that use activated sludge usually are sometimes impaired. The purpose of this research is to create a microbial consortium chosen which can raise the performance of the activated sludge being interrupted, indicated by the falling value of sludge in the reactor activated sludge volume and lower COD treated wastewater. Elect six (6) non-pathogenic bacterial species such as *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sp.*, *Kurthia zopfii*, *Pseudomonas stutzeri* to be combined into a single consortium. The result of antagonism between the emergence of selected species showed no zone of inhibition, so that 6 (six) types of the bacteria can be combined into a single consortium. Laboratory test shows the nutrients in the form of a consortium added 25 grams of bran and 50 grams of sugar per liter of water with the achievement of the sludge volume 30 mins 85% and after deposited 24 hours was 35% with a reduction of COD 82% Tests advanced demonstrate that the consortium in 6 types of bacteria plus *Nitrobacter* and yeast sludge volume 30 min best reached 73% after deposited 24 hours to 32% with a decrease of COD reached 81%.*

Keywords: *microbial, activated sludge, sludge volume*

ABSTRAK

Industri tekstil sebagian besar menggunakan mengolah limbah cair pada instalasi pengolahan air limbah dengan menggunakan sistem fisika, kimia, dan biologi. Sistem biologi yang digunakan biasanya adalah lumpur aktif yang terkadang mengalami gangguan. Tujuan penelitian ini adalah membuat konsorsium mikrobial terpilih yang dapat menaikkan kinerja lumpur aktif yang sedang terganggu, diindikasikan dengan turunnya nilai *sludge volume* dalam reaktor lumpur aktif serta menurunkan COD air limbah terolah. Terpilih 6 (enam) jenis bakteri non patogen yaitu *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sp.*, *Kurthia zopfii*, dan *Pseudomonas stutzeri* untuk digabungkan dalam satu konsorsium. Hasil uji antagonisme antar species terpilih menunjukkan tidak munculnya zone penghambatan, sehingga 6 (enam) jenis bakteri tersebut dapat digabungkan menjadi satu kesatuan. Hasil uji coba laboratorium menunjukkan konsorsium yang ditambahkan nutrisi berupa 25 gr bekatul dan 50 gram gula per liter air dengan pencapaian *sludge volume* 30 menit 85% dan setelah diendapkan 24 jam adalah 35% dengan penurunan COD 82% Uji coba lanjutan menunjukkan bahwa konsorsium dalam 6 jenis bakteri ditambah *Nitrobacter* dan yeast *sludge volume* 30 menit terbaik mencapai 73% setelah diendapkan 24 jam menjadi 32% dengan penurunan COD mencapai 81%.

Kata kunci: mikrobial, lumpur aktif, *sludge volume*

PENDAHULUAN

Sebagian besar industri tekstil di Jawa Tengah menggunakan proses pengolahan air limbah secara biologi aerob berupa lumpur aktif atau *activated sludge*, baik sebagai proses utama maupun pelengkap proses fisika dan kimia. Kadangkala lumpur aktif mengalami permasalahan seperti terjadinya *rising sludge*, *Nocardia foam*, maupun *bulking sludge*. Kondisi ini harus segera diatasi salah satunya dengan menambahkan mikroorganisme yang mampu meningkatkan kinerja lumpur aktif.

Mikroorganisme yang terdapat dalam sistem biologi lumpur aktif meliputi protozoa, jamur dan bakteri. Bakteri yang merupakan mikroorganisme yang paling dominan. Bakteri yang berperan aktif adalah bakteri fakultatif, dimana jenis ini dapat hidup baik dalam keadaan oksigen terlarut tinggi maupun terbatas. Herlambang (2013) menyampaikan bahwa bakteri merupakan unsur utama dalam flok lumpur aktif. Lebih dari 300 jenis bakteri dapat ditemukan dalam lumpur aktif. Bakteri tersebut bertanggung jawab terhadap oksidasi material organik dan transformasi nutrisi, dan bakteri menghasilkan polisakarida dan material polimer yang membantu flokulasi biomassa mikrobiologi. Kemampuan bakteri dalam membentuk flok menentukan keberhasilan pengolahan limbah secara biologi. Karena akan memudahkan pemisahan partikel dan air limbah.

Menurut Waluyo (2005) bakteri merupakan produsen primer bahan organik dan pada kondisi tertentu mampu memecah senyawa organik dan juga dapat menghasilkan senyawa anorganik yang berguna untuk fiksasi nitrogen, nitrifikasi, denitrifikasi, oksidasi sulfur, dan reduksi sulfur. Laju dekomposisinya tergantung dari komponen dan kondisi lingkungan. Isolat mampu memanfaatkan bahan organik sebagai sumber karbon dan donor elektron untuk sintesis bahan sel dan menghasilkan energi untuk kelanjutan hidupnya. Bahan-bahan organik diubah oleh mikrobia menjadi senyawa dengan energi lebih rendah. Remineralisasi substrat organik merupakan proses utama bakteri dalam mengubah bahan-bahan dalam air dan seluruh proses degradasi berlangsung secara enzimatik.

Dalam penelitian sebelumnya, dari 3 (tiga) jenis lumpur aktif terpilih yang berasal dari proses produksi tekstil terpadu, terpadu tanpa printing, dan finishing terseleksi 7 (tujuh) jenis bakteri yang mendominasi yaitu *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sp.*, *Kurthia zopfii*, *Pseudomonas stutzeri*, dan *Listeria ivanovii*. Hasil identifikasi ini sesuai dengan pernyataan

Wahyudi (1999) bahwa bakteri yang hampir selalu ada dalam berbagai jenis lumpur aktif adalah *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Khusus *Listeria ivanovii* termasuk golongan bakteri patogen (Ariyanti, 2010), sehingga tidak dimasukkan dalam pembuatan konsorsium.

Bacillus macerans dapat membentuk spora yang memfermentasi heksosa, deoksiheksosa, pentosa, selulosa, dan hemiselulosa (Gupta *et al.* 2009). *Bacillus subtilis* merupakan bakteri pembusuk penghasil endospora yang memungkinkan untuk bertahan dalam kondisi panas dan kekeringan yang ekstrim (Alexander, 1977). *Bacillus thuringiensis* juga merupakan bakteri termofilik yang dapat bertahan pada suhu 45-70°C (Deacon, 2004). *Pseudomonas stutzeri* merupakan salah satu bakteri yang paling aktif dalam denitrifikasi. Bakteri ini ditumbuhkan dan didistribusikan dalam air limbah pada instalasi pengolahan air limbah untuk mengurai naftalena, mengoksidasi tiosulfat, klorobenzoat, dan sianida serta menguraikan surfaktan dengan berat molekul rendah dan polimer dengan berat molekul besar. *Kurthia zopfii* merupakan bakteri yang potensial untuk menguraikan bahan organik, terutama deterjen dalam limbah industri. (Wignyanto dkk, 2009).

Dalam rangka menjamin konsistensi dalam jumlah dan fungsinya untuk diinokulasikan dalam lumpur aktif yang sedang mengalami masalah, bakteri harus ditumbuhkan dan dikembangkan dalam suatu media cair yang mengandung nutrisi dan mampu mempertahankan kondisi bakteri sehingga masih tetap hidup dengan mempertahankan sifat-sifat genotip dan fenotipnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsorsium bakteri terpilih yang telah lolos uji antagonisme, mendapatkan komposisi media penyimpanan yang mengandung nutrisi yang optimum, mempunyai kemampuan hidup yang cukup baik serta dapat meningkatkan kinerja sistem pengolahan air limbah lumpur aktif.

METODOLOGI

Bakteri diisolasi dari lumpur aktif industri tekstil terpilih (*purposive sampling*) dengan performa yang baik. Pemilihan bakteri terseleksi dilakukan dengan mengisolasi dan mengidentifikasi jumlah bakteri yang terbanyak atau mendominasi dengan asumsi bahwa yang mendominasi berarti lebih mudah untuk hidup dan dikembangkan serta berperan besar dalam mendegradasi cemaran yang ada dan tidak menggunakan bakteri yang tergolong patogen. Untuk menghindari resiko antagonisme antar jenis bakteri yang

digabungkan maka dilakukan uji antagonisme yang dilanjutkan dengan pengkayaan bakteri hingga jumlahnya mencapai 10^7 cfu/ml serta penambahan nutrisi yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bakteri dan menjaga untuk tetap mempertahankan sifat-sifat bakteri selama proses penyimpanan. Tolok ukur kemampuan kinerja konsorsium bakteri dilakukan dengan uji coba laboratorium memperbaiki kondisi lumpur aktif industri tekstil yang memiliki *sludge volume* 30 menit lebih dari 95%, dilihat penurunan *sludge volume* 30 menit dan *sludge volume* 24 jam setelah diberi tambahan konsorsium bakteri dengan waktu tinggal dalam lumpur aktif selama 24 jam dan waktu pengendapan 24 jam. Selanjutnya dilakukan

analisis COD untuk mengetahui tingkat penurunan COD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Antagonisme

Uji antagonisme dilakukan antar jenis bakteri terpilih dengan metode gores. Pada satu cawan petri digoreskan 2 jenis bakteri dan dilihat apakah terbentuk zona penghambatan atau tidak. Jika tidak terjadi zona penghambatan berarti kedua bakteri tersebut tidak masalah jika digabungkan. namun jika terjadi zona penghambatan maka kedua jenis bakteri tidak dapat digabungkan dalam satu konsorsium. Hasil uji antagonisme selengkapnya termuat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Antagonis 6 jenis Bakteri

	<i>Bacillus macerans</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus sp</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	<i>Kurthia zopfii</i>
<i>Bacillus macerans</i>		zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif
<i>Bacillus thuringiensis</i>	zone penghambatan negatif		zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif
<i>Bacillus subtilis</i>	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif		zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif
<i>Bacillus sp</i>	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif		zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif		zone penghambatan negatif
<i>Kurthia zopfii</i>	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	zone penghambatan negatif	

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jika 6 (enam) jenis bakteri tersebut digabungkan dalam satu kesatuan biakan (konsorsium) tidak akan muncul sifat antagonisme dan diharapkan fungsi masing-masing dapat bersinergi untuk mendapatkan hasil kinerja bakteri yang optimal.

Dari 6 jenis bakteri yang dikonsorsiumkan, 4 diantaranya berasal dari genus *Bacillus*. Menurut Zahidah dan Shovitri (2013) isolat bakteri *Bacillus* memiliki sifat amilolitik, selulolitik, dan proteolitik dengan indeks masing-masing 0,93, 1,95, dan 1,39. Dengan sifatnya tersebut dipastikan bahwa jenis bakteri tersebut mampu berperan dalam degradasi limbah organik dengan cara menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dengan enzim yang dimilikinya (Syamsudin, et al, 2008)

Pengkayaan Dan Pembuatan Konsorsium Bakteri

Inokulum masing-masing jenis bakteri yang disimpan dalam bentuk freeze dry diinokulasikan dalam media Nutrien Broth secara bertingkat, dari 100 ml dipindah dalam

media agar miring, diinokulasikan dalam nutritif broth 100 ml dan dipindahkan dalam nutritif broth 500 ml hingga menghasilkan jumlah minimal 10^7 CFU/mL. Inkubasi dilakukan selama 24 jam.

Pembuatan starter dilakukan dengan mencampurkan masing-masing jenis bakteri dengan jumlah bakteri di atas 10^7 CFU/mL dicampur menjadi satu dalam konsorsium campuran dengan jumlah perbandingan yang sama.

Penambahan Nutrien Dan Uji Coba Dalam Lumpur Aktif

Dalam uji coba penambahan nutrisi ini dibuat 5 perlakuan yaitu :

1. Konsorsium 6 jenis bakteri dalam 50 gr bekatul, 50 gula jawa per liter air, 5%. disebut perlakuan **A2** (jumlah bakteri $1,6 \times 10^{10}$ CFU/mL)
2. Konsorsium 6 jenis bakteri dalam 50 gr bekatul, 50 gram tetes tebu per liter air, 5%. disebut perlakuan **B2** (jumlah bakteri $3,6 \times 10^{10}$ CFU/mL)

3. Konsorsium 6 jenis bakteri dalam 25 gr bekatul, 50 gr gula per liter air, 5%, disebut perlakuan **C2** (bakteri $3,1 \times 10^{10}$ CFU/mL)
4. Konsorsium 6 jenis bakteri dalam 50 gr bekatul, 50 gula jawa per liter air, 2.5%, disebut perlakuan **D2** (bakteri $1,6 \times 10^{10}$ CFU/mL)
5. Starback 1%, disebut perlakuan **E2** (bakteri $2,8 \times 10^6$ CFU/mL)
Parameter yang diamati adalah Sludge volume 30 menit, kadar COD dan MLSS. Hasil pengamatan uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Uji Coba Di Lumpur Aktif

Hari Ke	Parameter	Perlakuan				
		A2	B2	C2	D2	E2
1	SV30 menit (%)	94	93	93	93	92
	SV24 jam (%)	64	60	61	63	60
	MLSS	2060	2040	1920	1840	1590
	COD (mg/L)	125,2	256,8	165,9	238,4	258,4
2	SV30 menit (%)	94	91	84	80	82
	SV24 jam (%)	64	54	59	58	42
	MLSS	4070	4120	3490	3500	3290
	COD (mg/L)	326,9	421,05	256,8	266,4	130,8
3	SV30 menit (%)	93	91	93	94	68
	SV24 jam (%)	59	49	49	49	44
	MLSS	3870	3220	2880	2720	2720
	COD (mg/L)	287,4	374,2	307,4	238,1	243,1
4	SV30 menit (%)	86	86	85	91	90
	SV24 jam (%)	55	45	43	40	40
	MLSS	3290	2900	2960	3030	2330
	COD (mg/L)	95,05	91,05	72,4	93,4	46,7
5	SV30 menit (%)	86	86	85	91	90
	SV24 jam (%)	45	35	35	35	35
	MLSS	3440	2960	2800	2160	1930
	COD (mg/L)	155,6	159,5	58,4	94,2	60,7

Keterangan COD awal : 340 mg/L.

Dari hasil uji laboratorium terlihat bahwa pada perlakuan C2 memiliki kecenderungan hasil yang paling baik dibanding perlakuan yang lain. Pada perlakuan C2 ini penambahan nutrisi bekatul sebanyak 25 gram dan gula jawa 50 gram per liter menunjukkan campuran yang paling optimal. Jumlah bekatul yang hanya setengah dari perlakuan A2 dan B2 menjadikan sumber karbon kompleks tidak terlalu banyak, sehingga konsorsium bakteri dapat menggunakannya setelah menggunakan gula jawa sebagai sumber karbon yang lebih sederhana.

Penurunan COD mencapai 82% dari COD awal 340 mg/l menjadi 58,4 mg/l. SV30 menit menunjukkan penurunan yang cukup baik. dari semula berkisar di atas 93% menjadi yang terendah 85% pada hari ke 4 dan ke 5. Pengamatan SV24 jam yang menunjukkan kinerja sistem pengendapan menunjukkan bahwa dengan masa pengendapan 24 jam endapan *sludge* mencapai 35%.

Penurunan COD menunjukkan bakteri indigenous dan tambahan konsorsium bakteri yang ada dalam lumpur aktif mampu mendegradasi dengan baik kandungan bahan organik secara kimiawi.

Pencapaian nilai *sludge volume* 30 menit dan *sludge volume* 24 jam menunjukkan telah terjadi pemisahan flok yang cukup baik, sehingga jika dibuang ke lingkungan limbah cair sudah tidak bercampur dengan suspensi bakteri. Kemampuan bakteri dalam membentuk flok menentukan keberhasilan pengolahan limbah secara biologi, karena akan memudahkan pemisahan partikel dan air limbah. Selama proses pengendapan flok, material yang terdispersi, seperti sel bakteri dan flok kecil, menempel pada permukaan flok. Pembentukan flok lumpur aktif dan penjernihan dengan pengendapan flok akibat agregasi bakteri dan mekanisme adesi. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa flokulasi dan sedimentasi flok tergantung pada hypobisitas internal dan eksternal dari flok dan material exopolimer dalam flok, dan tegangan permukaan larutan mempengaruhi hydropobisitas lumpur granular dari reaktor lumpur (Anna dan Malte (1997) dalam Herlambang (2013)).

Pengamatan flok di bawah mikroskop menunjukkan bentukan gumpalan-gumpalan namun tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan.

SV 30 merupakan penyederhanaan pengukuran SVI (*sludge volume indeks*). Menurut Metcalf and Eddy (1981) SVI adalah volume lumpur mengendap yang terkandung 1 gram padatan lumpur kering dalam mililiter setelah 30 menit dидiamkan di *graduated cylinder* berukuran 1.000 ml atau settleometer. SVI digunakan untuk menentukan karakteristik lumpur yang tetap berada di dalam reaktor lumpur aktif dan tingkat pengembalian (*recycle sludge*) yang akan dipompa kembali ke bak aerasi.

Pengamatan nilai MLSS menunjukkan kecenderungan fluktuatif, hari ke dua cenderung naik melebihi pengamatan hari pertama dan hari ke tiga pada pengamatan hari ke hingga ke lima. Menurut Cheremisinoff (1996) MLSS (*mixed liquor suspended solid*) merupakan campuran antara massa bakteri tersuspensi dalam reaktor untuk mendegradasi senyawa organik yang terlarut dan tersuspensi dan air limbah yang mengandung senyawa organik. Nilai MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solid*) berkisar antara 2000 – 3000 mg/L. Jikanilai MLSS lebih besar dari 3000 mg/L menunjukkan bahwa mikroorganisme yang ada dalam bak erasi kekurangan nutrisi sehingga memungkinkan terjadinya kanibalisme, sedangkan nilai MLSS kurang dari 2000 mg/L, menunjukkan bahwa pengolahan kurang baik karena jumlah mikroorganime terlalu sedikit (Metcalf and Eddy, 1981).

Penelitian dilanjutkan dengan uji lanjutan dengan menambahkan Nitrobacter dan yeast sebagai penambah konsorsium 6 jenis bakteri. Jumlah nitrobacter dan yeast yang ditambahkan adalah 10^7 CFU/ml. Dipilih Nitrobacter karena bakteri ini golongan autotrof yang dapat mengubah amonia menjadi nitrat, disebut juga bakteri nitrifikasi. Bakteri jenis ini akan mengoksidasi ammonia menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat. Amonia biasa terdapat dalam air limbah industri tekstil. Perlakuannya terdiri atas :

1. Konsorsium 6 bakteri dengan Nitrobacter, tanpa penambahan yeast, 5%, disebut Perlakuan A3 (jumlah bakteri 6×10^9 cfu/mL).
2. Konsorsium 6 bakteri dengan Nitrobacter dan yeast , 5%, disebut Perlakuan B3 ((jumlah bakteri $8,1 \times 10^9$ cfu/mL).

Hasil analisis termuat dalam Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil pengamatan uji lanjutan

Hari Ke	Parameter	Perlakuan	
		A3	B3
1	SV30 menit (%)	90	93
	SV24 jam (%)	52	58
	MLSS	2800	2760
	COD (mg/L)	180.96	186.47
2	SV30 menit (%)	90	80
	SV24 jam (%)	52	32
	MLSS	3200	3120
	COD (mg/L)	121.16	71.60
3	SV30 menit (%)	74	73
	SV24 jam (%)	39	32
	MLSS	3100	3200
	COD (mg/L)	61,85	55,42

Keterangan : COD awal 295 mg/L

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan B3 yang terdiri atas Nitrobacter dan yeast menunjukkan penurunan nilai COD lebih baik dibanding perlakuan tanpa yeast. Penurunan COD di B3 mencapai 81% sementara di A3 79%, kondisi ini menunjukkan bahwa yeast ikut berperan aktif dalam proses degradasi air limbah.

Pengamatan terhadap *sludge volume* 30 menit dan *sludge volume* 24 jam, perlakuan B3 juga relatif lebih baik dibanding A3. Nitrobacter, yeast dan konsorsium mikrobia dapat memacu perbesaran flok sehingga proses pengendapan menjadi lebih baik

KESIMPULAN

Hasil uji antagonisme antar species terpilih menunjukkan tidak munculnya zone penghambatan, sehingga 6 (enam) jenis bakteri yaitu *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sp*, *Kurthia zopfi*, dan *Pseudomonas stutzeri* dapat digabungkan dalam satu konsorsium.

Hasil uji coba laboratorium menunjukkan konsorsium yang ditambahkan nutrien berupa 25 gr bekatul dan 50 gram gula per liter air dengan pencapaian *sludge volume* 30 menit 85% dan setelah diendapkan 24 jam adalah 35% dengan penurunan COD 82% Uji coba lanjutan menunjukkan bahwa konsorsium dalam 6 jenis bakteri ditambah Nitrobacter dan yeast *sludge volume* 30 menit terbaik mencapai 73% setelah diendapkan 24 jam menjadi 32% dengan penurunan COD mencapai 81%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis sampaikan untuk alanis lab mikrobiologi Meyliza Fatmasari yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander. M, 1977, Introduction to Soil Microbiology, John Wiley and Sons. Inc. : New York
- Ariyanti, T, 2010, Bakteri *Listeria Monocytogenes* Sebagai Kontaminan Makanan Asal Hewan (Foodborne Disease), WARTAZOA Vol. 20 No. 2 Th. 2010.
- Cheremisinoff, Nicholas. P., 1996, Biotechnology For Waste And Wastewater Treatment. Noyes Publications : New Jersey.
- Deacon. J, 2004, The Microbial World: Thermophilic microorganisms. Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh.
- Gupta. A, Abhishek. M, Paul. C, dan Ramon G, 2009, Anaerobic Fermentation of Glycerol in *Paenibacillus macerans* : Metabolic Pathways and Environmental Determinants, Applied and environmental microbiology. Sept. 2009, p. 5871–5883.
- Herlambang, A., 2013, *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*. Publikasi Ilmiah. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta
- Metcalf dan Eddy. Inc, 1981, Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse, 2 nd edition, Mc Graw Hills Inc, New York.
- Syamsudin, Purwati. S, Taufiek. A, (2008), Efektifitas Aplikasi Enzim dalam Sistem Lumpur Aktif pada Pengolahan Air Limbah Pulp dan Kertas, Berita Selulosa Vol 43 (2) hal 83-92, Des 2008, ISSN 00059145
- Wahyudi, P, 1999, Suksesi Mikroba Lumpur Aktif di Sistem Penanganan Air Limbah Organik, Jurnal Sains dan teknologi Indonesia, Vol 1 no 2 , Mei 1999.
- Waluyo. L, 2005, Mikrobiologi Lingkungan, UMM Press, Malang.
- Wignyanto, Nur Hidayat, dan Alfia Ariningrum, 2009, Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi Dan Waktu

Inkubasi).jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/viewFile/292/351

Zahidah, D dan Shovitri, M, 2013, Isolasi, Karakterisasi dan Potensi Bakteri Aerob Sebagai Pendegradasi Limbah Organik, JURNAL SAINS DAN SENI POMITS Vol. 2, No.1, (2013) 2337-3520

KEMAMPUAN BAKTERI HALOFILIK UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PEMINDANGAN IKAN

ABILITY HALOPHILIC BACTERIA TO TREATMENT WASTE WATER FROM SALT BOILED FISH PROCESSING INDUSTRIAL

Nilawati, Marihati, Susdawanita dan Nanik Indah Setianingsih

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang

Email : nilawatibbtpi@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 16 Maret 2015, disetujui tanggal 6 Mei 2015

ABSTRACT

Industry which produced salt fish boiled will get waste water in the processing it. The waste water directly discharged into the river, it can cause environmental pollution primarily due to the smell of decaying protein. The capacity is 150 m³ per day for 1 industry. Waste water containing boiled fish stew contamination load is high enough, the permanganate value was 15,073 ppm and 5,380 ppm BOD. Wastewater treatment in this study using batch and continuous systems were observed daily for 8 days (days 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7). The results showed a decrease in the value of the most optimal permanganate occurred on day 6th of 4,266 ppm or decline amounted to 2,401 ppm, or 36.01 per cent of the batch system. System continuous decline optimal on the 3rd day ie 5906 ppm down 13.47 percent. So the batch system is more effective than continuous system at the waste water salt boiled fish treatment with halophilic bacteria. BOD values decrease significantly, for processing by the system as a whole system BOD value is lower than the continuous system. Optimal reduction on day 6th to 496 ppm of a decline of 1,203 ppm or 70.81 percent, while the continuous system BOD values do not decline.

Keywords: *halophilic bacteria, processing, waste water boiled salt fish*

ABSTRAK

Industri pemindangan ikan dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah cair. Limbah tersebut langsung dibuang ke sungai, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama bau akibat dari pembusukan protein. Kapasitasnya 150 m³ per-hari untuk 1 industri. Limbah cair rebusan ikan pindang mengandung beban cemaran yang cukup tinggi, dengan nilai permanganat 15.073 ppm dan BOD 5.380 ppm. Pengolahan limbah cair dalam penelitian ini menggunakan sistem *batch* dan kontinyu yang diamati setiap hari selama 8 hari (hari ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7). Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai permanganat paling optimal terjadi pada hari ke 6 sebesar 4.266 ppm atau penurunannya sebesar 2.401 ppm, atau 36,01 persen untuk sistem *batch*. Sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm turun 13,47 persen. Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang dengan bakteri halofilik. Nilai BOD terjadi penurunan yang signifikan, untuk pengolahan dengan sistem *batch* secara keseluruhan nilai BOD sistem *batch* lebih rendah daripada sistem kontinyu. Penurunan yang optimal pada hari ke-6 menjadi 496 ppm terjadi penurunan sebesar 1.203 ppm atau 70,81 persen, sedangkan sistem kontinyu nilai BOD tidak terjadi penurunan.

Kata kunci : bakteri halofilik, pengolahan, limbah pindang

PENDAHULUAN

Ikan merupakan bahan pangan sumber protein yang mudah rusak sehingga perlu dilakukan pengawetan, salah satunya

adalah dengan proses pemindangan. Masih banyak lagi proses pengawetan ikan agar masa simpannya lebih panjang seperti pembuatan ikan asin, ikan kering, presto dan ikan asap. Proses pembuatan ikan pindang

yaitu pertama-tama ikan dicuci dengan air sungai yang sebelumnya sudah diendapkan dengan tawas. Setelah dicuci maka ikan-ikan tersebut disusun dalam keranjang yang berisi 2-4 ekor ikan kemudian keranjang yang berisikan ikan direbus dengan air mendidih yang sudah ditambahkan garam krosok dengan perbandingan air dan garam 3:1 selama 15 menit pada suhu 100°C. kemudian pendinginan dan penirisan. Air rebusan ini merupakan limbah cairnya, didinginkan 1 malam kemudian dibuang ke sungai (informasi dari industri pengolahan ikan pindang TPI-2 Bayumulyo Pati Jawa Tengah). Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama bau akibat dari pembusukan protein. Hasil uji limbah cair air rebusan adalah TSS 580 mg/l, sulfida 1,589 mg/l, minyak lemak 90,0 mg/l, COD 16.800 mg/l, Nilai Permanganat 15.073 dan BOD 5.380 mg/l. Industri kecil perikanan di Jawa Tengah yang mengolah pemindangan terdapat di beberapa daerah seperti Kabupaten Batang, Tegal, Cilacap dan Rembang. Sebagian besar mereka belum mengelola air limbahnya. Hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan dan biaya. Penelitian yang telah dilakukan oleh Nasuka, dkk (1995) dengan menggunakan bakteri anaerob untuk mengolah air limbah dimana hasil yang diperoleh, air limbah pindang ikan mengalami penurunan bahan organik sebesar 47,46% dan dengan lumpur aktif penurunan bahan organik 50,39%. Hasil penelitian tersebut juga dikatakan bahwa terhambatnya pertumbuhan mikroba karena kandungan NaCl air limbah tinggi sehingga mikroba mati semua.

Berdasarkan penelitian terdahulu bakteri tidak bertahan hidup pada limbah ikan pindang maka pada penelitian ini dipilih bakteri halofilik yang digunakan untuk pengolahan air limbah sisa rebusan pemindangan ikan, dengan pertimbangan karena bakteri halofilik tahan terhadap garam tinggi sehingga kondisi air limbah dengan kandungan garam tinggi mampu mendegradasi bahan organik yang ada pada air limbah, dengan demikian diharapkan BOD, COD (nilai permanganat) dapat turun beban cemarannya. Jadi dalam penelitian ini metode pengolahan air limbah yang mengandung klorida tinggi yang sangat cocok menggunakan bakteri halofilik. Penelitian-penelitian tentang bakteri halofilik sudah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Marihati, dkk, 2013; 2014. pemanfaatan bakteri halofilik untuk pembuatan garam guna meningkatkan kemurnian NaCl garam. Namun penelitian yang dilakukan oleh Sharghia, E., A., *et al*, 2014, menggunakan konsorsium bakteri halofilik didalam bioreaktor untuk pengolahan air hipersalinitas. Begitu

juga penelitian Ali, I., *et al*, 2014, menggunakan obligat halofilik aspergillus untuk air limbah yang asin secara remediasi. Namun pengolahan air limbah pemindangan ikan dengan bakteri halofilik belum pernah dilakukan. Bakteri halofilik memiliki daya resistensi dan toleransi terhadap zat pencemar yang ada disekitarnya. Bakteri ini tergolong arkaea (biasa dinamakan halofilik arkaea atau haloarkaea), termasuk famili *Halobacteriaceae*, (Facciotti, M., 2013)

Perbedaan mikroba halotoleran dengan halofilik adalah kemampuan hidup pada rentang konsentrasi garam 0 – 20% NaCl dan dapat hidup tanpa garam. Sedangkan mikroba halofilik ekstrem hanya dapat hidup pada rentang konsentrasi garam sempit (misal halofilik jenis sedang hanya dapat hidup pada rentang 5 –10% NaCl) dan tidak dapat hidup tanpa garam. Pengelompokan mikroba halotoleran dibedakan berdasarkan toleransinya terhadap konsentrasi garam yaitu halotoleran rendah (sekitar 1% w/v NaCl), sedang (6 – 18% NaCl) dan tinggi/ekstrem (18 –30% (jenuh) NaCl) (Simpson, A. 2013; Plemenitas, A., *et al*, 2013)

Saat ini para peneliti juga melihat potensi sangat besar dari bakteri halofilik moderat dan halotoleran dalam aplikasinya sebagai pendegradasi polutan organik. Kemampuan bakteri halofilik moderat *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* dalam mendegradasi beberapa senyawa hidrokarbon alifatik dan aromatik (Manjoubi, M., *et al*, 2013).

Penelitian Irshad, A., *et al*, (2014) , keragaman bakteri halofilik di tanah tepi pantai dari Daechon, Chungnam, dan Saemangeum, Jeonbuk, Korea diperoleh lebih dari 200 bakteri halofilik diisolasi yang belum dimanfaatkan.

Perbedaan kemampuan hidup pada lingkungan kadar garam yang berbeda antara hidofilik ekstrem, moderat dan halotoleran menunjukkan adanya cara beradaptasi yang berbeda pula. Bakteri halofilik moderat dan halotoleran memiliki kemampuan hidup untuk menyeimbangkan tekanan osmotik agar terhindar dari pengaruh denaturasi oleh garam lingkungan yaitu dengan cara mengakumulasi garam dan osmolit (molekul organik) di dalam sitoplasmanya (DasSarma, S. dan DasSarma, P., 2012). Sedangkan arkaea dan bakteri hidofilik ekstrem beradaptasi hanya melalui akumulasi konsentrasi garam tinggi (terutama KCl) dalam sitoplasmanya (Oren, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data sampai sejauh mana bakteri halofilik mampu mendegradasi limbah cair rebusan ikan pada industri pemindangan ikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi, Laboratorium Air dan Laboratorium Makanan dan Minuman di Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Semarang pada tahun 2014.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah limbah perebusan ikan pindang diperoleh dari industri ikan pindang TPI -2 Desa Bayumulyo, Kabupaten Pati, , NaOH, bakteri halofilik, bahan kimia untuk analisa kimia (BOD dan Nilai permanganat).

Alat yang digunakan adalah beker glass, erlemeyer, jar test, gelas ukur, hot plate, pH meter dan alat-alat untuk analisa kimia.

Metode

Cara Penelitian

Limbah air rebusan pindang ikan berasal dari proses perebusan ikan dengan garam. Berikut proses pengolahan limbah air rebusan pindang ikan dengan bakteri halofilik menggunakan sistem *batch* dan kontinyu secara laboratorium, yaitu : **pertama** dengan sistem *batch*, reaktor dengan kapasitas 10 liter ditambahkan lumpur aktif dan air sebanyak 1 liter dan bakteri halofilik sebanyak 10 persen dari volume cairan kemudian diaerasi. Selanjutnya ditambahkan limbah pindang hingga 70 persen dari volume reaktor hingga cairan 7 liter. Sisa 30 persen untuk space aerasi agar tidak tumpah ketika proses aerasi berlangsung. Aerasi dilakukan sampai 8 hari. Dan pengambilan sampel dilakukan setiap hari, sistem *batch* sampel diambil dari reaktor aerasi. **Kedua**, dengan sistem kontinyu, dimana prosesnya hampir sama seperti sistem *batch*, pertama-tama ditambahkan lumpur aktif, air dan bakteri halofilik sebanyak 10 persen dari volume cairan 7 liter kemudian diaerasi. Selanjutnya ditambahkan limbah pindang hingga 70 persen volume cairan hingga 7 liter. Dialiri limbah pindang terus menerus dari bak penampung limbah air rebusan pindang dihubungkan dengan selang dengan kecepatan 1 tetes per detik hingga 7 hari. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari dimana sampel diambil dari bak penampungan setelah diaerasi. Selanjutnya dianalisa nilai permanganat dan BOD setiap hari. Untuk nutrisi bakteri halofilik diberikan larutan *Luria Berthani (LB)* dengan komposisi Tripton 50 gram, yeast extract 25 gram dilarutkan dalam 1 liter aquades kemudian dipanaskan pada suhu 60-70 °C hingga larut namun tidak perlu mendidih. Penggunaan nutrisi LB sebanyak 1 persen.

Analisa Data

Penelitian ini menggunakan variabel waktu pengamatan terdiri dari hari ke- 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dengan sistem *batch* dan kontinyu. Parameter yang dianalisa yaitu nilai permanganat dengan metode titimetri (SNI 06-69809-22-2004) dan BOD dengan metode Winkler. Alasan menggunakan analisa nilai permanganat karena limbah pindang mengandung Cl tinggi, analisa lebih cepat dan limbah bahan kimia hasil analisa cemarannya lebih aman daripada menggunakan oksidator bicromat. Sedangkan nilai permanganat menggunakan oksidator KMnO₄. Hasil uji yang diperoleh dianalisa secara diskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Pindang

Hasil penelitian menunjukkan limbah cair rebusan ikan pindang ini banyak mengandung senyawa-senyawa organik. Senyawa organik ini merupakan senyawa kimia dengan unsur utama atom C yang berikatan membentuk molekul. Untuk mengetahui senyawa organik tersebut dapat dilakukan dengan pengujian nilai permanganat dan BOD. Hasil pengujian air limbah rebusan ikan pindang yang diambil dari industri pemindangan ikan di TPI-2 Bayumulyo-Pati beban cemarannya masih sangat tinggi. Dari hasil pengamatan dan informasi dari industri semua limbah cair dibuang langsung ke sungai. Jika dibandingkan dengan baku mutu air limbah perikanan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 tahun 2014 maka semua parameter tidak memenuhi syarat, nilainya sangat jauh dari ambang batas kecuali pH yang memenuhi syarat. Hasil analisisnya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Air Limbah Rebusan Pemindangan Ikan

Parameter	Satuan	Hasil analisa	BMAL*
COD	ppm	16 800	150
Nilai permanganat	ppm	15 073	-
BOD	ppm	5380	75
TSS	ppm	580	100
H ₂ S	ppm	1,589	1
Cl ⁻	ppm	113 569	1
pH		5-6	6-9
Minyak lemak	mg/l	90,0	15
Protein	%	1,60	-

* Baku Mutu Air Limbah Perikanan kegiatan Pengolahan (Permen LH No 5 Tahun 2014)

Hasil Pengolahan Limbah Cair Rebusan Industri Pemandangan Ikan dengan Bakteri Halofilik

Hasil percobaan pengolahan limbah pindang dengan menggunakan bakteri halofilik BOD. Secara keseluruhan terjadi penurunan yang signifikan, hasil analisisnya tersaji pada Tabel 2 dan Gambar 1.

yang mampu beradaptasi dengan larutan limbah pindang dengan kandungan CI 113. 569 ppm ternyata dapat beradaptasi didalam limbah pindang sehingga dapat mendegradasi senyawa organik, hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penurunan Nilai Permanganat dan

Tabel 2. Pengaruh Penambahan Bakteri Halofilik terhadap Nilai Permanganat dan BOD dengan sistem Batch dan kontinyu

Waktu Tinggal (hari)	Nilai Permanganat		BOD		pH		Sludge Volume (%)	
	Batch	Kontinyu	Batch	Kontinyu	Batch	Kontinyu	Batch	Kontinyu
0	6667	6825	1699	1689	8,7	7,4	25	25
1	7678	8155	1405	3340	6,2	8,1	20	23
2	7678	6749	1380	4061	7,3	8,2	20	20
3	6114	5906	1198	3909	8,1	8,0	20	20
4	5673	6468	1026	4099	8,4	8,1	12	15
5	5261	7031	1310	6793	8,6	7,6	12	15
6	4266	7593	496	6148	8,7	7,6	11	10
7	4550	10968	1026	3883	8,7	7,7	10	7
Limbah pindang	15073	15073	5380	5380	5,5	5,5	0	0

Nilai permanganat untuk larutan stater bakteri halofilik 3.318 ppm
larutan stater bakteri halofilik dan lumpur aktif sebesar 2.995 ppm

Penurunan Nilai Permanganat dengan Bakteri Halofilik

Hasil pengolahan limbah rebusan ikan pindang dengan menggunakan bakteri halofilik menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai permanganat dan BOD air limbah, hal ini terbukti bahwa bakteri halofilik dapat beradaptasi dan mendegradasi senyawa-senyawa yang ada di dalam limbah air rebusan pindang yang mana limbah tersebut mengandung protein sebesar 1,60 persen sehingga sumber protein tersebut menjadikan nutrisi bagi pertumbuhan bakteri halofilik. Bakteri halofilik moderat dan halotoleran memiliki kemampuan hidup untuk menyeimbangkan tekanan osmotik agar terhindar dari pengaruh denaturasi oleh garam lingkungan yaitu dengan cara mengakumulasi garam dan osmolit (molekul organik) di dalam sitoplasmanya (Oren, 2003; DasSarma, S. dan DasSarma, P., 2012.).

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri antara lain: suplai nutrisi yaitu karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya, suhu, pH dan ketersediaan oksigen (Todaro, K., 2004).

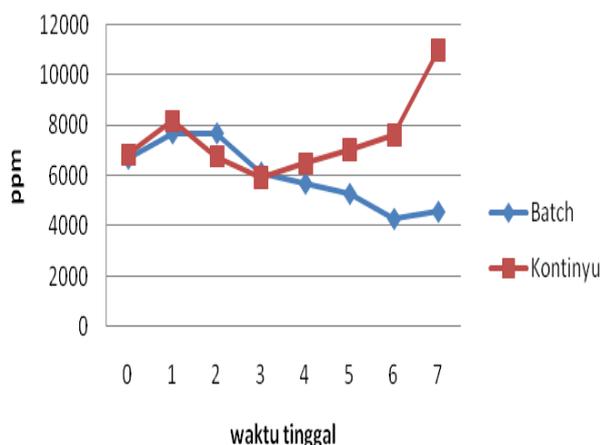
Hasil penelitian ini menunjukkan saat kondisi belum ditambahkan limbah pindang,

masih pengadaptasian lumpur aktif dan bakteri halofilik nilai permanganatnya 3.379 ppm dan BOD 3.291 ppm dengan MLSS 1.200 ppm dimana lumpur dan air sebanyak 850 ml dan stater bakteri halofilik 100 ml dan nutrisi LB 50 ml, kemudian hari berikutnya ditambahkan limbah pindang hingga mencapai 7 liter karena kapasitas reaktor 10 liter, sisanya untuk space aerasi agar tidak tumpah ketika proses aerasi berlangsung. Diaerasi lebih kurang 2 jam kemudian diambil sampelnya, ini dianggap hari ke-0. Kemudian diukur nilai permanganat diperoleh pada hari ke-0 adalah 6.667 ppm. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan nilai permanganat hari ke-0. Hasil penelitian menunjukkan pada hari ke-1 dan ke-2 terjadi kenaikan nilai permanganat, hal ini terjadi kemungkinan didalam sampel terikut serpihan ikan dan minyak ikan dari air limbah. Hari ke-3 sampai hari ke-6 terjadi penurunan nilai permanganat paling optimal sebesar 36,01 persen (dari 6.667 menjadi 4.266 ppm) namun hari ke-7 terjadi kenaikan lagi hingga 4.550 ppm, kemungkinan pada hari ke-7 ada sebagian bakteri yang sudah mati sehingga tidak mampu lagi mendegradasi bahan-bahan organik hal ini disebabkan dalam kehidupannya bakteri halofilik membutuhkan kadar kalium yang lebih tinggi untuk stabilitas

dan aktivitasnya (Oren, A., 2003). Disini dapat dikatakan bakteri sudah mulai mati dengan didukung dari data jumlah biomassa bakteri yang diukur dengan *sludge volume* yang terbentuk sudah berkurang yang awalnya 25 persen menjadi 10 persen, seperti tersaji pada Tabel 2. Kemungkinan unsur kaliumnya belum mencukupi atau sudah berkurang.

Untuk sistem kontinyu nilainya lebih tinggi daripada menggunakan sistem *batch*, hal ini karena pada sistem *batch* bakteri beradaptasi dengan lingkungan didalam larutan lebih lama. Dengan sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm, hari ke-4 sampai ke-7 terjadi kenaikan hingga 10.968 ppm, tersaji pada Gambar 1. Hal ini terjadi disebabkan oleh jumlah biomassa yang berkurang karena bakterinya hilang (*wash-up*) bersama limbah yang telah diaerasi yang terikut didalam bak penampung, sedangkan di sistem *batch* hari ke-7 sebesar 4.550 ppm. Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang.

NILAI PERMANGANAT



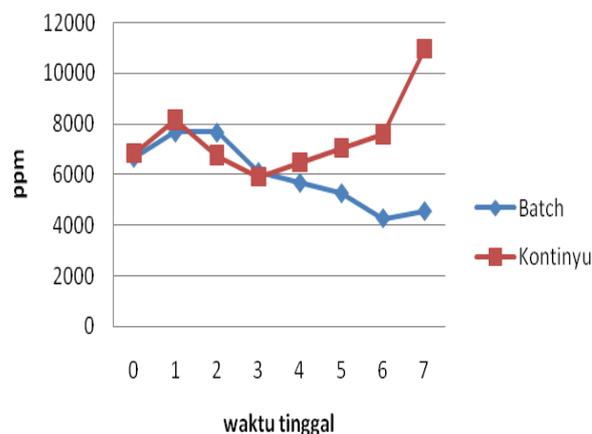
Gambar 1. Pengaruh Penggunaan Bakteri Halofilik terhadap Nilai Permanganat Limbah Cair Rebusan Ikan Pindang

Penurunan BOD dengan Bakteri Halofilik

Dalam penelitian ini nilai BOD yang diperoleh dibandingkan dengan nilai BOD hari ke-0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mulai hari ke-1 terjadi penurunan sampai hari ke-6, seperti tersaji pada Gambar 2. Nilai BOD terjadi penurunan yang signifikan, untuk pengolahan dengan sistem *batch* secara keseluruhan nilai BOD lebih rendah daripada sistem kontinyu. Nilai awal BOD hari ke-0 sebesar 1699 ppm setelah diolah secara *batch* selama waktu tinggal 8 hari terjadi penurunan hingga menjadi penurunan yang optimal pada hari ke-6 yaitu 496 ppm terjadi penurunan sebesar 1.203 ppm atau 70,81

persen, sedangkan sistem kontinyu nilai BOD terjadi peningkatan dari 1.699 ppm menjadi 3.883 ppm pada hari ke-7. Jadi pengolahan limbah air perebusan ikan pindang yang optimal yaitu hari ke 6 dengan sistem *batch*.

NILAI PERMANGANAT



Gambar 2. Pengaruh Penggunaan Bakteri Halofilik terhadap BOD Limbah Cair Rebusan Ikan Pindang

KESIMPULAN

Limbah cair rebusan ikan pindang masih mengandung beban cemaran yang cukup tinggi, dengan nilai permanganat 15.073 ppm, BOD 5.280 ppm, maka pada penelitian ini dengan menggunakan bakteri halofilik menghasilkan kondisi proses :

1. Nilai permanganat terjadi penurunan sampai hari ke-6 paling optimal yaitu mencapai 4.266 ppm atau penurunannya sebesar 36,01 persen untuk sistem *batch*. Dengan sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm (penurunan 13,47 persen).
2. BOD penurunan optimal pada hari ke-6 dengan penurunan 70,81 persen. Sistem kontinyu tidak terjadi penurunan.

Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Ir. Sartamtomo, Saudari Viara dan Agista yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., Ali A., Benjawan Y., Sehanat, P., Pongtharin L., dan Hunsu P., 2014. Purification, Characterization, and

- Potential of Saline Waste Water Remediation of a Polyextremophilic- Amylase from an Obligate Halophilic *Aspergillus gracilis*. *BioMed Research International*. Volume 2014 . <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/106937/>
- DasSarma, S.** dan **DasSarma, P.**, 2012. "Halophiles." In *Encyclopedia of Life Sciences*, Wiley, London.
- Facciotti, M., 2013. High-Resolution Phylogenomics of Halophilic Archaea . The proceedings from Halophilics. The International Congress on Halophilic Microorganism. Published in *Frontiers in Miceobiology University Connecticut Storrs, CT, USA*.
- Irshad, A., , Irshad A., and Seung, B. K., 2014. Culturable Diversity of Halophilic Bacteria in Foreshore Soils. *Braz J. Microbiol.* 2014; 45(2): 563–571. Brazilian journal of Microbiology. Brazilia..
- Marihati, Nani H., Muryati, Nilawati, Syarifudin , E., dan Danny, W. K. H., 2013. *Arthemisa Sakina* sebagai Bahan Utama Media Bakteri Halofilik dalam Pembuatan Garam NaCl Kemurnian Tinggi untuk Industri Garam Beryodium. *Media Gizi Mikro Indonesia*. Vol 4 No 2. P 86-93. Balai Penelitian dan Pengembangan Gangguan AkiaKekuratan Iodium. Kemenkes. Magelang. Jawa Tengah.
- Marihati, tNani, H., Muryati, Nilawati, Syarifudin , E., dan Danny, W. K. H., 2014. Penggunaan Bakteri Halofilik sebagai Katalisator untuk Meningkatkan Kualitas dan Produktivitas Garam NaCl di Meja Kristalisasi. *Jurnal Riset Industri*. Vol. 6, No 3 Desember 2014. BPKIMI. Kemenperin RI. Jakarta.
- Manjoubi, M., Jaouan, A., Guesmi, A., Amor, S., B., Jouini, A., Najjari, A., Boudabous, A., Koubaa, N., Cherif, A., 2013. Hydrocarbonoclastic bacteria isolated from petroleum contaminated sites in Tunisia: isolation, identification and characterization of the biotechnological potential. Vol. 30. Issue 6 September 2013, page 723-733. *Biotechnology for the Bio and Green Economy*. Tunisia. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187167841300037X>
- Nasuka, Djarwanti, Rifai, Latifatul, Maniaryadi, D., Haryati, S, Ismail, T., 1995. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Pemindangan/Pengasinan Ikan*. Laporan. Penelitian. BPPI. Semarang.
- Oren. A., , 2003. Halophilic microorganisms and their environments. *International Microbiology*. Volume 6, Issue 2, pp 151-152. Official Journal of the Spanish Society for Microbiology.
- Oren, A., 2013. Life at high salt concentrations, intracellular KCl concentrations, and acidic proteomes. *International Conference Halophilic*. June 23-27 , 2013. University Connecticut Storrs, CT, USA.
- Permen Lingkungan Hidup 2014 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan /atau Kegiatan Pengolah Hasil Perikanan No 5 Tahun 2014 Lampiran XIV . Jakarta
- Plemenitas, A., Lenassi, M., Konte, T., Kejzar, A., Zajc, J., Gostintar, C., Cimerman, N. G., 2013. Adaption to high Salt Concentration in Halotolerant/Halophilic Fungi a Moleccular Perspective.. The proceedings from Halophilics. The International Congress on Halophilic Microorganism. Published in *Frontiers in Miceobiology University Connecticut Storrs, CT, USA*.
- SNI 06-69809-22-2004. Air dan air limbah - Bagian 22: Cara uji nilai permanganat secara titrimetri. ICS 13.060.50. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Sharghia, E., A., B., Bonakdarpour , M., Pakzadeh, 2014. Treatment of hypersaline produced water employing a moderately halophilic bacterial consortium in a membrane bioreactor: Effect of salt concentration on organic removal performance, mixed liquor characteristics and membrane fouling. *Bioresource Technlogy* Vol164 july 2014 page 203-213. Taheran. Iran.
- Simpson, A., 2013. The diversity and evolution of 'impressively' halophilic protozoa. .. The proceedings from Halophilics. The International Congress on Halophilic Microorganism. Published in *Frontiers in Miceobiology University Connecticut Storrs, CT, USA*.
- Todar, K., 2004, *Stucture and Function of Procaryotic Cells*”, *Todar’s Online Texbook of Bacteriology*, Wisconsin Madison

APLIKASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA DENGAN SISTIM ABR DAN UAF

APPLICATION OF TAPIOKA WASTEWATER TREATMENT BY ABR AND UAF SYSTEM

Djarwanti

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang
Email : wanti235@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 6 Januari 2015, disetujui tanggal 30 April 2015

ABSTRACT

For environmental pollution prevention, many Tapioca industries have designed their own anaerobic wastewater treatment plant (WWTP). However, the treatment process was less effective due to lack of study about important aspects in designing Anaerobic WWTP. The lack of study about these parameters design lead to wrongly chosen on what kind of Anaerobic WWTP reactor should be applied, and this particularly can make the anaerobic process not effective.

This review aims to compare the technical feasibility and economical feasibility of tapioca wastewater treatment between Anaerobic Baffled Reactor (ABR) technology and Upflow Anaerobic System (UAF). ABR technology has been applied in Sekalong Small-Medium Scale enterprises (SME) centre, while UAF has been applied in Margoyoso SME's centre, Central Java.

Data used in this review was based on data gained from application of the prototype from both sekalong and margoyoso SME's centre.

The result shows that UAF system is technically and economically reasonable to substitute ABR system. Hydraulic retention time (HRT) of UAF is shorter than ABR, which lead to reactor volume minimization in UAF system. For capacity of 20 m³/day, construction budget for UAF is 47.77% cheaper than ABR.

Key words : tapioca industry's waste water, ABR, UAF

ABSTRAK

Dalam rangka mencegah pencemaran lingkungan beberapa industri tapioka telah menerapkan IPAL dengan sistim biologi anaerob. Pada umumnya pembuatan IPAL ini tidak dilandasi kajian faktor-faktor yang mempengaruhi dalam disain reaktor, sehingga pemilihan jenis reaktor menjadi kurang tepat.

Kajian ini bertujuan membandingkan kelayakan teknis dan kelayakan ekonomis penerapan pengolahan air limbah tapioka dengan sistem ABR (Anaerobic Baffled Reactor) dan sistem UAF (Upflow Anaerobic Filter). Sistim ABR telah diterapkan di Sentra Sekalong dan sistim UAF diterapkan di Sentra Margoyoso, Jawa Tengah

Data yang digunakan untuk penelitian bersumber pada hasil penelitian dan penerapan prototipe IPAL industri tapioka di sentra Sekalong dan sentra Margoyoso.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem UAF layak menggantikan sistem ABR dalam pengolahan air limbah industri tapioka ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Waktu tinggal proses degradasi bahan organik didalam sistim UAF lebih pendek sehingga volume bangunan lebih kecil, kebutuhan lahanpun menjadi lebih kecil. Untuk kapasitas 20 m³/hari biaya konstruksi sistem UAF lebih murah 47,77% dibanding sistem konvensional menggunakan ABR.

Kata kunci : air limbah tapioka, ABR, UAF

PENDAHULUAN

Air limbah Industri tepung tapioka berasal dari proses pencucian dan pengendapan. Air limbah tersebut dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan apabila langsung dibuang ke sungai tanpa terlebih dahulu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar atau menghilangkan bahan yang dapat menimbulkan pencemaran.

Telah terbukti bahwa di beberapa daerah air limbah industri tapioka menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang serius. Salah satu contoh adalah di kasus pencemaran yang terjadi di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. Dilokasi tersebut terdapat beberapa sentra industri tapioka. Air limbah langsung dibuang melalui dua sungai utama yaitu Sungai Suwatu dan Sungai Bango. Aliran kedua sungai ini melewati areal persawahan dan pertambakan sebelum akhirnya menuju kelaut. Diperkirakan lebih 243 unit pengusaha membuang air limbahnya ke dua buah sungai tersebut. Bau busuk yang menyengat serta penurunan produktivitas padi menimbulkan keresahan masyarakat. Didalam upaya mengatasi masalah ini pemerintah daerah setempat bekerjasama dengan Departemen Perindustrian serta Kementerian KLH membuat satu unit percontohan IPAL. Semula IPAL ini berfungsi dengan baik, namun beberapa tahun kemudian IPAL ini tidak dioperasikan sebagaimana mestinya. Pe-nyebab utama karena tidak ada tenaga yang cukup memadai untuk mengoperasikan IPAL, sumber dana yang tidak kontinyu serta kurangnya perhatian dari pihak yang berwajib untuk mengelola.

Sebagaimana diketahui pada prinsipnya pengolahan air limbah ada 3 cara yaitu cara fisika, kimia dan biologi. Air limbah tapioca kaya akan bahan organik. Cara yang umum digunakan dalam pengolahan limbahnya adalah cara biologis dengan memanfaatkan mikroba sebagai pengurai bahan organik.

Secara garis besar tahapan proses metabolisme anaerobik dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu hidrolisa, asidifikasi dan metanasi. Pada tahap hidrolisa senyawa polimer didegradasi menjadi monomer yang kemudian oleh bakteri asidogenik akan didegradasi menjadi asam-asam organik pada tahap asidifikasi. Asam organik dalam bentuk asetat akan diubah menjadi gas metan dan CO₂ pada tahap metanasi. Tahap metanasi merupakan tahap yang dapat mereduksi COD air limbah paling tinggi. Pada temperatur dan tekanan standard 0,454 kg COD dapat

menghasilkan 0,16m³ gas metan (Eckenfelder, 1980).

Saat ini jenis reaktor anaerob yang paling banyak digunakan oleh industri khususnya di Jawa Tengah adalah *lagooning* (septik tank) dan *UAF*. Reaktor yang pertama, septik tank atau lebih dikenal dengan sistem konvensional. Konstruksinya sederhana, berupa bak kedap yang dibagian atas dilengkapi dengan cerobong untuk mengeluarkan gas-gas yang terbentuk selama terjadi proses peruraian air limbah oleh aktivitas mikroba. Modifikasi pada sistem konvensional ini adalah dengan memasang sekat-sekat didalam bak untuk mengatur aliran limbah menjadi lebih sempurna. Sistem ini dikenal dengan *ABR (Anaerobic Baffled Reactor)*. Beberapa peneliti telah membuktikan bahwa pengoperasian sistem ini mudah dan biaya operasinya murah, namun memerlukan lahan yang luas karena waktu tinggal cukup lama. Reaktor yang kedua yaitu *UAF* merupakan pengembangan dari sistem *ABR*. *UAF* pertama kali ditemukan oleh Young dan MC Carty pada tahun 1962. Proses berlangsung dalam sebuah reaktor bersekat yang diisi dengan filter material. Filter material yang bisa digunakan antara lain : batu, PVC, keramik atau media plastik dengan berbagai konfigurasi (Suwarnarat dan Weyrauch, 1978). Filter berperan sebagai permukaan tempat melekatnya mikroba dan tumbuh membentuk lapisan lendir, semacam film yang menyelimuti seluruh permukaan filter. Semakin luas permukaan film semakin banyak bidang kontak antara mikroba dengan air limbah. Filter media selalu terendam penuh oleh cairan sehingga kontak antara mikroba dengan oksigen terhindar. Dengan demikian kondisi akan tetap terpelihara dalam suasana anaerob. Konstruksi yang lebih rumit memberikan kesan bahwa biaya investasi lebih tinggi.

Sistem anaerob lain yang saat ini banyak dikembangkan untuk pengolahan air limbah dengan kandungan bahan organik tinggi yaitu *UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)*. Sistem *UASB*, waktu tinggalnya lebih pendek, kebutuhan lahan lebih kecil dan efisiensi pengolahan tinggi (Handel Adrianus, 1994). *UASB* kurang tepat diterapkan pada industri menengah kebawah karena biaya inventasi yang relatif tinggi dan pengoperasiannya sulit. Sistem *UASB* sangat sensitif terhadap perubahan beban Hidrolik dan beban organik laju perombakan relatif rendah dibanding dengan reaktor anaerobik lainnya. Kadar bahan organik dalam efluen *UASB* umumnya masih tinggi, sehingga

memerlukan pengolahan tambahan, misalnya dengan proses aerobik.

Bagaimana menentukan kelayakan setiap jenis untuk diterapkan dalam IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)? Untuk setiap jenis dan kapasitas limbah tersedia sistem yang paling tepat dan biaya yang ideal. Seringkali sebuah unit pengolahan yang harganya mahal bisa diganti dengan cara yang lebih sederhana dengan biaya investasi yang murah. Namun selain biaya investasi, biaya operasi juga harus menjadi pertimbangan. Investasi yang kecil tidak ada gunanya jika biaya operasinya tinggi, demikian pula sebaliknya. Kadang-kadang kita menemui biaya investasi untuk sebuah unit murah, demikian pula perhitungan biaya operasi perharinya rendah. Tetapi setelah dua atau tiga tahun beroperasi menjadi mahal karena biaya perawatan atau pemakaian bahan kimia yang harus dikeluarkan, atau harus *start up* ulang. Pertimbangan kelayakan teknis, kelayakan ekonomi serta kelayakan lingkungan akan membantu pemilihan jenis reaktor dalam penerapannya. BBTPPI telah melakukan penelitian dan menerapkan percontohan IPAL industri kecil tapioka di Sentra Sekalong Kabupaten Batang dengan sistem ABR. Beberapa tahun kemudian melakukan penyempurnaan dengan menerapkan sistem UAF di Sentra Margoyoso Kabupaten Pati. Sampai saat ini belum pernah dievaluasi sampai sejauh mana sistem UAF ini lebih menguntungkan dibanding sistem ABR. Oleh karena itu perlu pengkajian terhadap sistem tersebut dari segi teknis maupun non teknis.

Tujuan daripada pengkajian ini adalah untuk membandingkan kelayakan teknis dan kelayakan ekonomis penerapan pengolahan air limbah tapioka dengan sistem ABR dan sistem UAF.

METODOLOGI

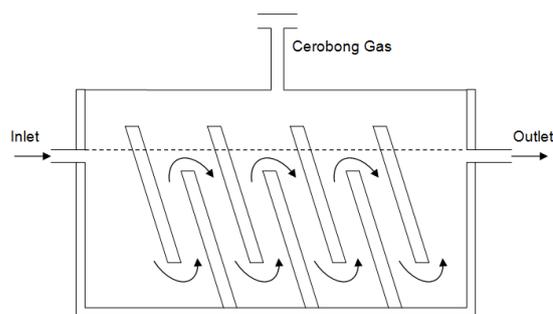
Kriteria desain

Pengolahan air limbah di sentra Sekalong adalah proses pengendapan kemudian proses biologis sistem ABR. Dari hasil uji coba didapatkan data sebagai berikut : kandungan COD rata-rata awal 14.656 mg/l diendapkan menjadi 3.124 mg/l. Selanjutnya pengolahan sistem ABR dengan *HRT* (*Hydraulic retention Time*) selama 10 hari turun menjadi 1.853 mg/l dan *HRT* selama 20 hari turun menjadi 1.594 mg/l (Balai Industri Semarang, 1985). Diinginkan COD turun sampai memenuhi Baku Mutu yaitu 300 mg/l. Dengan perhitungan ekstrapolasi, untuk menurunkan COD 3000 mg/l menjadi 300 mg/l diperlukan *HRT* 32,22 hari \approx 32 hari.

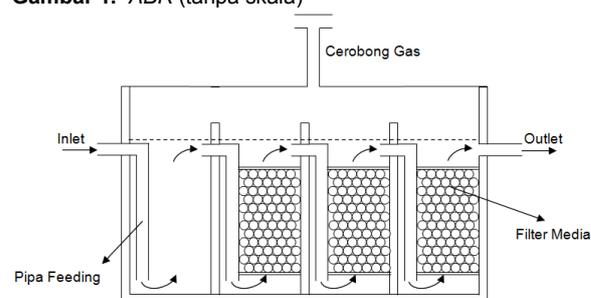
Sementara itu di sentra Margoyoso pengolahan air limbah adalah dengan sistem pelayuan, pengendapan dan proses biologis UAF. Uji coba yang telah dilaksanakan didapatkan data sebagai berikut : Kandungan COD awal 7.363 mg/l, setelah proses pelayuan COD turun menjadi 4.798 mg/l. Selanjutnya dengan proses pengendapan COD turun menjadi 2.938 mg/l diteruskan dengan proses biologis UAF COD turun menjadi 47,03 mg/l dengan *HRT* 9,5 hari (Hariastuti N., 1998). Dengan perhitungan ekstrapolasi, untuk menurunkan COD 3000 mg/l menjadi 300 mg/l diperlukan *HRT* 8,66 hari \approx 9 hari.

Air limbah sebelum diolah secara anaerob dikenakan proses pendahuluan terlebih dahulu, yaitu pelayuan dan pengendapan. Diasumsikan proses pendahuluan ini sama waktu tinggal maupun bentuk baknya, baik itu untuk proses ABR maupun . Tujuan pengkajian ini adalah membandingkan kelayakan dari sistem ABR dan UAF, oleh karena itu perhitungan hanya didasarkan pada kedua proses biologis tersebut. Berikut ini diberikan contoh disain IPAL untuk mengolah air limbah dengan debit $20\text{m}^3/\text{hari}$ dan dioperasikan secara kontinyu Kriteria desain bisa dilihat pada Tabel 2.

Sket gambar bak ABR dan bak UAF disajikan pada gambar 1 dan gambar 2. ABR telah diterapkan di Sentra tapioka Sekalong, Batang sedangkan UAF diterapkan di Sentra tapioca Margoyoso, Pati.



Gambar 1. ABR (tanpa skala)



Gambar 2. UAF (tanpa skala)

Tabel 2: Kriteria desain

Kriteria desain	Sistim ABR	Sistim UAF
Debit air limbah	20m ³ /hari	20m ³ /hari
COD influen	3.000 mg/l *	3.000 mg/l *
COD effluen	300 mg/l **	300 mg/l **
COD removal	81,81 %	81,81 %
HRT	32 hari ***	9 hari ****
Kelengkapan	Baffle 7 buah	<ul style="list-style-type: none"> • Filter media (potongan botol plastik) • Pipa influen

Keterangan :

- * Nilai COD setelah melalui bak pengendap awal
- ** Sesuai Baku Mutu Air Limbah, Kemen LH No.1815,2014
- *** HRT optimal untuk proses ABR
- **** HRT optimal untuk proses UAF

Kelayakan teknis

Menurut Liu R.R et all, 2010, ditinjau dari konstruksinya sistim ABR mempunyai beberapa keunggulan, yaitu desainnya sederhana, tanpa teknik pemisahan yang khusus, tanpa bahan isian dan tidak ada bahan yang bergerak *Baffle* yang dipasang dalam reaktor menjadikan reaktor terbagi menjadi beberapa bagian. Struktur yang unik ini menyebabkan terjadinya pembagian *acidogenesis* dan *methanogenesis*. Pembagian ini meningkatkan perlindungan terhadap bahan beracun dan lebih tahan terhadap parameter lingkungan seperti pH, suhu dan beban organik. Adanya *baffle* memungkinkan kecepatan linear dari aliran limbah didalam bak meningkat. ABR tidak memerlukan media untuk tempat pertumbuhan mikroba. Salah satu kelemahannya kontak antara mikroba dengan limbah kadang-kadang kurang sempurna karena tidak merata. Apalagi jika masa mikroba bergerombol didasar bak. Oleh karena itu sistim ini mempunyai HRT yang relatif lama dibanding UAF. Konsekuensinya bangunan menjadi lebih besar dan kebutuhan lahan juga luas. Data terbaru diambil dari penelitian Vegantara (2009), sistem konvensional dengan sekat bisa menurunkan COD 59,40 – 70,03% dalam waktu 30 hari.

Degradasi organik di UAF mampu menurunkan COD 98,40% (dari 2.938 mg/L menjadi 47,03 mg/L) dengan HRT 9,5 hari (Harihastuti N., 1998). Nilai prosentase ini lebih tinggi dibandingkan dengan sistim ABR yang mampu menurunkan COD dari 3.124 mg/l menjadi 1.594 mg/l dalam HRT 20 hari (Permadi P., 1985). Inilah salah satu keunggulan dari sistem UAF yaitu waktu tinggal lebih pendek. Pipa feeding yang dipasang sedemikian rupa dimasing-masing bak memungkinkan terjadinya aliran dari bawah keatas (*upflow*) tersebar diseluruh

bagian bak. Dengan demikian kontak antara mikroba dengan air limbah menjadi lebih sempurna. Media filter selain berfungsi sebagai tempat tumbuhnya mikroba juga berfungsi sebagai media penyaring air limbah yang melalui media ini. Sebagai akibatnya, kandungan *suspended solids* setelah melalui filter ini akan berkurang konsentrasinya. Efisiensi penyaringan akan sangat besar karena dengan adanya penyaringan sistem aliran dari bawah ke atas akan mengurangi kecepatan partikel yang terdapat pada air buangan dan partikel yang tidak terbawa aliran ke atas dan akan mengendap di dasar bak filter. Sistem biofilter anaerob ini sangat sederhana, operasinya mudah dan tanpa memakai bahan kimia serta tanpa membutuhkan banyak energi (Said N.I., 2005). Tahapan proses anaerob adalah hidrolisis, asidifikasi dan methanasi. Didalam proses asidifikasi yang aktif adalah mikroba asidifikasi dan acetobacter. Sedangkan dalam proses methanasi yang aktif adalah *methanococcus*, *methanosarcina*, *methano bacterium*. Agar tidak terjadi kontaminasi antar mikroba maka idealnya masing-masing proses terjadi pada bak yang berbeda. Hal ini dimungkinkan terjadi pada sistem UAF. Selain efisiensi lebih tinggi, waktu tinggal lebih pendek sehingga kebutuhan lahan relatif kecil. Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dkk (2012) membuktikan bahwa dengan sistem UAF menggunakan filter dari pasir kerikil dan serabut kelapa bisa menurunkan COD 88,96% dengan waktu tinggal 9 hari.

Dengan jalan menempatkan filter media didalam reaktor maka akan ada pemisahan waktu tinggal biomassa (*SRT = Sludge Retention Time*) dan waktu tinggal hidrolik (*HRT*). Mikroba dapat tumbuh dan melekat pada *packing* dan dapat tertahan lebih lama dalam reaktor karena tidak ikut mengalir bersama air limbah. Cara ini memberi kemungkinan tersedianya konsentrasi biomassa yang besar untuk menjamin diperolehnya tingkat efisiensi pengolahan yang tinggi (Young dkk, 1990).

Kelayakan ekonomis

Evaluasi ekonomi didasarkan pada perhitungan biaya penyediaan lahan, biaya konstruksi dan biaya peralatan pendukung. Bak ABR berbentuk empat persegi panjang berjumlah 2 buah yang dibangun bersebalahan. Masing-masing bak dilengkapi *baffle* berjumlah 7 buah. Bangunan separuh terpendam dibawah permukaan tanah. Bangunan kedap ini atapnya menggunakan lembar polikarbonat yang berfungsi sebagai penutup agar udara tidak masuk kedalam bak.

Ukuran masing-masing bak adalah panjang 15m, lebar 4m dan tinggi 3,25m. Bak terisi air limbah setinggi 2,75m. Bangunan ini memerlukan lahan seluas ± 135 m².

Konstruksi bak anaerob sistim *UAF* juga berbentuk empat persegi panjang. Ruangan disekat menjadi 4 bagian. Tiga ruangan pertama diisi filter media dari potongan plastik, PVC, kerikil, batu pecah atau media lain yang berfungsi sebagai tempat mikroba melekat dan berkembangbiak. Penutup bak digunakan polikarbonat. Air limbah masuk kedalam bak melalui pipa-pipa pralon. Pipa dipasang sedemikian rupa sehingga air limbah mengalir menuju keatas kemudian kontak dengan mikroba yang menempel pada filter. Ukuran masing-masing bak adalah panjang 24m, lebar 5m dan tinggi 3,25m. Bak terisi air limbah setinggi 2,75m. Bangunan ini memerlukan lahan seluas ± 90m².

Tabel 3. Dimensi Bak ABR dan UAF

No	Komponen	Satuan	ABR	UAF
1	Panjang	M	30	24
2	Lebar	M	8	5
3	Kedalaman	M	3,25	3,25
4	Luas lahan	m ²	135	90

Tabel 4. Perincian biaya investasi sistim ABR dan UAF

No	Uraian	ABR (Rp)	UAF (Rp)
1.	Persiapan lahan	9.590.200.	3.044.500.
2.	Pekerjaan pondasi dan beton	75.246.900.	22.862.900.
3.	Pekerjaan pemasangan dan plester	48.057.800.	19.746.600.
4.	Pekerjaan atap (penutup bak)	67.410.000.	26.964.000.
5	Pemipaan	-	5.000.000.
6	Filter media	-	18.000.000.
	Biaya bangunan	200.304.900.	82.618.000.
	Biaya lahan	67.500.000.	45.000.000.
	Biaya bangunan dan lahan	267.804.900.	140.618.000.

Ditinjau dari biaya ,sistem *UAF* jauh lebih murah. Meskipun menggunakan media filter yang harganya cukup mahal. Selisih biaya antara kedua sistim 48,77%.

Biaya tutup reaktor akan lebih murah jika polikarbonat diganti dengan asbes. Dengan tutup asbes sistim ABR biaya turun dari Rp.267.804.900,- menjadi Rp.213.876.900,-. Sedangkan sistim *UAF* turun dari Rp.130.618.000,- menjadi Rp. 109.046.800,-.

Menurut Abdul H, dkk (2014) air limbah Pusat Pertokoan di Surabaya mengandung BOD 248,5 mg/l dan COD 397,5 mg/l dengan debit 184 m³/hari. Apabila air limbah tersebut diolah sampai memenuhi baku mutu dengan sistim ekualisasi, pengendapan dan ABR memerlukan biaya konstruksi sebesar Rp.239.247.347,-. Jika ABR diganti dengan AF biayanya hanya Rp.178.383.608,-. Adanya perbedaan biaya yang cukup tinggi ini maka disarankan untuk memilih sistim *Anaerobic Filter* dibandingkan dengan sistim ABR.

KESIMPULAN

Sistem *UAF* layak menggantikan sistem anaerobik konvensional atau sistem ABR dalam pengolahan air limbah industri tapioka ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Waktu tinggal proses degradasi bahan organik didalam sistim *UAF* lebih pendek sehingga volume bangunan lebih kecil, kebutuhan lahanpun menjadi lebih kecil. Untuk kapasitas 20 m³/hari biaya konstruksi sistem *UAF* lebih murah 47,77% dibanding sistem konvensional menggunakan ABR.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hamid dan Mohammad Razif, 2014, Perbandingan Desain Ipal Proses *Attached Growth Anaerobic Filter* dengan *Suspended Growth Anaerobic Baffled Reactor* untuk Pusat Pertokoan di Kota Surabaya, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).
- Djarwanti D., Muryati M., Pramudyanto B., Balai Industri Semarang, 1984, Disain Bak Pengendap Industri Kecil Tapioka, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang.
- Eckenfelder (1980), Principle of Water Quality Management, Boston, CBI Publishing Company.
- Haandel, Adrianus C. Van, (1994), Anaerobic Sewage Treatment, A Practical Guide For Regions with a Hot Climate, John Wiley & Sons, Singapore.
- Hariastuti N., Moertinah S., Djarwanti D., Balai Industri Semarang, 1998, Uji Coba Operasional IPAL Terpadu Industri Tapioka di Sentra Industri Kecil Tapioka, Kec Margoyoso, Kab Pati Jawa Tengah, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang.
- Hidayat.N., Suhartini. S., and Indriana. D, 2012, Horizontal Biofilter System in Tapioca Starch Wastewater Treatment:

- The Influence of Filter Media on the Effluent Quality, *Agroindustrial Journal Vol. 1 Issue 1 (2012) 1-6*.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Permadi P., Moertinah S., Nurhasan N., Djarwanti D., 1985, Balai Industri Semarang., Uji Coba Pilot Proyek Pengolahan Air Buangan Industri Tapioka dengan Penggerak Kincir Angin di Batang, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang.
- Said NI, 2005, Aplikasi Bioball untuk Media Biofilter, Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean, *Journal Air Indonesia*, Vol 1, No 1, Pebruari 2005, hal 1 – 11.
- Stephen P, Etheridge, 2003, Biogas Use In Industrial Anaerobic Wastewater Treatment, CETESB.
- Suwarnarat, K and Weyrauck, W, (1978), Waste Treatment and Methane Production by A Plastic Media Anaerobic Filter, International Conference on Water Pollution Control in Developing Countries, Bangkok Thailand.
- Vegantara D.A, 2009, Pengolahan Limbah Cair Tapioka, Menggunakan Kotoran Sapi Perah Dengan Sistem Anaerobik Departemen Ilmu Produksi Dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB
- Young, Y.C, and Carthy, P.L, 1962, The Anaerobic Filter for Waste Treatment, Proc, of 2nd Ind Waste Conf, Purdue Univ, Ex, Series, 129,550.

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KARTON BOX
DENGAN METODE INTEGRASI UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BED REACTOR
(UASB) DAN ELEKTROKOAGULASI-FLOTASI**

**CORRUGATED CARDBOARD INDUSTRY WASTEWATER TREATMENT BY AN INTEGRATED
METHOD OF UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BED AND
ELECTROCOAGULATION-FLOTATION REACTORS**

Hanny Vistanty, Aris Mukimin dan Novarina Irnaning Handayani

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang

Email : hanny_vistanty@kemenperin.go.id

Naskah diterima tanggal 25 Februari 2015, disetujui tanggal 9 Mei 2015

ABSTRACT

In this study, performance of Upflow Anaerobic Sludge Bed and Electrocoagulation-flotation (ECF) reactors treating corrugated cardboard industry wastewater was evaluated under different operating conditions. The UASB unit was initially acclimated to wastewater for 7 days, and the use of two types of substrates, sugar and starch, was investigated. Continuous operation of UASB was then conducted under different OLR and constant HRT (24 h). The ECF process with Al and Fe anodes was applied after UASB on varied pH and time of electrolysis. Acclimatization stability of UASB unit using starch substrate reached a higher efficiency, compared to sugar substrate. Steady-state was reached after 6 days operation at OLR of 25 kg COD/m³ day. Continuous operation of UASB was able to reach 94% of COD removal efficiency at 24 h HRT. ECF process was then carried out, with COD removal efficiency ranging from 70 to 81%. The optimum pH of ECF process was 7.5 and 6 or 9 for Al and Fe anode, respectively. Increasing time of electrolysis largely influence COD removal efficiency for Fe anode, however, a significant increase was not observed for Al anode. Sludge produced was about 4 kg/m³ and 5 kg/m³ for Al and Fe anode, respectively, with energy consumption cost ranged between 4.5 to 18 kWh/m³ and electrode consumption was 0.17 Kg Al/m³ and 0.515 Kg Fe/m³. The result of this study indicated that the integrated method of UASB and ECF could be applied as an effective treatment for corrugated cardboard industry wastewater.

Keywords : *Integrated method, electrochemical, UASB, corrugated cardboard wastewater*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kinerja teknologi integrasi *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor* (UASB) dengan elektrokoagulasi-flotasi (ECF) sebagai unit pengolah air limbah industri karton box dalam berbagai kondisi operasi. Sebelum diaplikasikan, unit UASB diawali dengan proses aklimatisasi selama 7 hari menggunakan dua jenis substrat, yaitu gula dan pati. Operasional UASB secara kontinyu dilakukan pada berbagai OLR dan HRT konstan (24 jam). Air limbah terproses UASB kemudian dielektroflotasi menggunakan anoda aluminium (Al) dan besi (Fe). Optimalisasi proses ECF dikaji pada berbagai variabel pH dan waktu elektrolisis. Proses UASB dengan substrat pati menunjukkan efektivitas aklimatisasi yang tinggi dibanding substrat gula. Kondisi steady-state akan tercapai setelah 6 hari operasional dengan efisiensi penurunan COD 91% dan OLR 25 kg COD/m³ hari. Aplikasi UASB secara kontinyu telah mampu menurunkan COD 94% dengan waktu tinggal 24 jam. Proses ECF mampu menurunkan COD air limbah terolah UASB sekitar 70-81%. Kondisi optimum penurunan COD tercapai pada pH 7,5 untuk anoda Al dan pH 6 atau 9 untuk anoda Fe. Penambahan waktu elektrolisis di atas 10 menit sangat mempengaruhi efektivitas penurunan COD untuk anoda Fe sedangkan anoda Al tidak terjadi penurunan yang signifikan. Jumlah *sludge* yang dihasilkan oleh proses ECF sebanyak 4 kg/m³ untuk anoda Al dan 5 kg/m³ untuk anoda Fe. Biaya kebutuhan energi berkisar antara 4,5 hingga 18 kWh/m³ dan konsumsi elektroda sebanyak 0,17 kg Al/m³ atau 0,515 kg Fe/m³. Integrasi UASB dan ECF berpotensi untuk diaplikasikan sebagai sistem pengolahan air limbah industri karton box yang efektif.

Kata kunci : metode integrasi, elektrokimia, UASB, air limbah industri karton box

PENDAHULUAN

Industri karton box merupakan salah satu jenis industri yang memproduksi kardus melalui dua tahapan proses, yaitu: proses penggabungan kertas karton dan proses *finishing*, yang mencakup pencetakan, pelipatan, dan pemotongan kotak box hingga didapatkan produk box akhir. Air limbah yang dihasilkan bersifat unik karena mengandung bahan organik yang berasal dari proses pembersihan mesin korugator (mesin penghasil lem), sisa tinta dari proses pembersihan mesin cetak (*flexographic ink*), sisa resin dari fotopolimer dan minyak (Gilboa, 1999). Air limbah ini memiliki kandungan organik dan anorganik yang tinggi, yang ditunjukkan oleh nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi (Mansour & Kesentini, 2008; Renault dkk., 2009; Teeratitayangkul & Sopajaree, 2010).

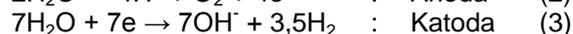
Beberapa tahun belakangan, pengolahan air limbah ini telah banyak dipelajari. Beberapa peneliti telah melakukan pengolahan secara fisika-kimia, diantaranya koagulasi dengan bahan kimia; koagulasi yang diikuti proses flotasi; elektrokoagulasi-flotasi (Mansour & Kesentini, 2008; Karabacakoğlu & Tezakıl, 2014; Fendri dkk., 2013). Teknologi tersebut tidak dapat diaplikasikan secara optimum khususnya untuk polutan organik dari proses korugator. Aplikasi ini hanya efektif untuk polutan tinta yang banyak dihasilkan dari proses finishing (pencetakan) (Roussy dkk., 2005; Chayada dkk., 2013).

Teeratitayangkul (Teeratitayangkul & Sopajaree, 2010) telah mendesain reaktor *Upflow Anaerobic Filter* dan diaplikasikan untuk mengolah air limbah industri karton box. UASB merupakan teknologi yang potensial dalam mengolah air limbah beban organik tinggi dengan HRT yang lebih singkat (*Hydraulic Retention Time*). Efektivitas teknologi ini ditentukan oleh pembentukan granul dengan retensi biomassa yang tinggi (Liu dkk., 2003). Hasil aplikasi UASB untuk pengolahan air limbah karton box menunjukkan efisiensi yang belum optimum, dimana teknologi ini hanya mampu menurunkan COD sekitar 40,5% - 48,3%.

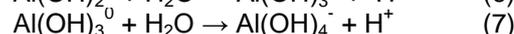
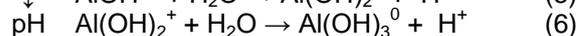
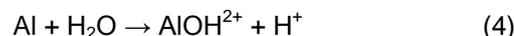
Metode integrasi teknologi biologi dan elektrokimia merupakan salah satu pilihan yang cukup menjanjikan, dimana dapat menggabungkan kelebihan dari kedua teknologi tersebut. Pengolahan limbah dengan integrasi teknologi biologi dan kimia telah

banyak dipelajari sebelumnya (Aiyuk dkk., 2004; Taylor dkk., 2009; Kalyuzhnyi dkk., 2005). Sklyar (Sklyar dkk., 2003) telah menggabungkan teknologi *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor* dengan koagulasi untuk mengolah limbah industri tapioka dan memperoleh efisiensi pengolahan yang tinggi. Mereka menjelaskan bahwa komponen-komponen yang bersifat *biodegradable* akan terdegradasi oleh proses biologi, dan proses koagulasi akan menurunkan komponen *non-biodegradable* dalam air limbah melalui pembentukan senyawa koagulan oleh elektroda (Emamjomeh & Sivakumar, 2009).

Teknologi elektrokoagulasi-flotasi telah efektif diaplikasikan untuk mengolah air limbah menggunakan prinsip elektrokimia (Boroski dkk., 2008; Prica dkk., 2015; Zodi dkk., 2013). Reduksi polutan berlangsung oleh koagulan yang terbentuk melalui oksidasi anoda. Persamaan reaksi yang terjadi selama proses elektrolisis adalah:



Kation menghidrolisis di dalam air membentuk sebuah hidroksi dengan spesies dominan yang tergantung pada kondisi pH larutan. Untuk kasus anoda aluminium maka reaksi yang terjadi adalah:



Kation bermuatan tinggi mendestabilisasi beberapa partikel koloid dengan membentuk polivalen polihidroksi kompleks. Senyawa kompleks ini mempunyai sisi yang mudah diadsorpsi, membentuk gumpalan (*aggregates*) dengan polutan. Pelepasan gas hidrogen akan membantu pencampuran dan pembentukan flok. Flok yang dihasilkan oleh gas hidrogen akan diflotasikan ke permukaan reaktor. Proses ini dapat mengambil lebih dari 99% kation beberapa logam berat dan dapat juga membunuh mikroorganisme dalam air. Proses ini juga dapat mengendapkan koloid-koloid yang bermuatan dan menghilangkan ion-ion lain, koloid-koloid, dan emulsi-emulsi dalam jumlah yang signifikan (Mukimin, 2006).

Mendasarkan pada hasil-hasil penelitian tentang pengolahan limbah industri karton box dan capaian kinerja teknologi yang telah diaplikasikan maka menarik untuk dilakukan integrasi metode pengolahan. Tujuan dari investigasi ini adalah menganalisis kinerja dari integrasi metode biologi (UASB)

dan fisika-kimia (elektrokoagulasi-flotasi) dalam mengolah air limbah industri karton box. Reaktor UASB dan ECF dibuat dalam skala laboratorium. OLR dan HRT menjadi variabel penting yang digunakan untuk mengukur kinerja UASB, sedangkan jenis elektroda, pH dan waktu elektrolisis digunakan sebagai parameter untuk mendapatkan kondisi optimum dari ECF.

METODE PENELITIAN

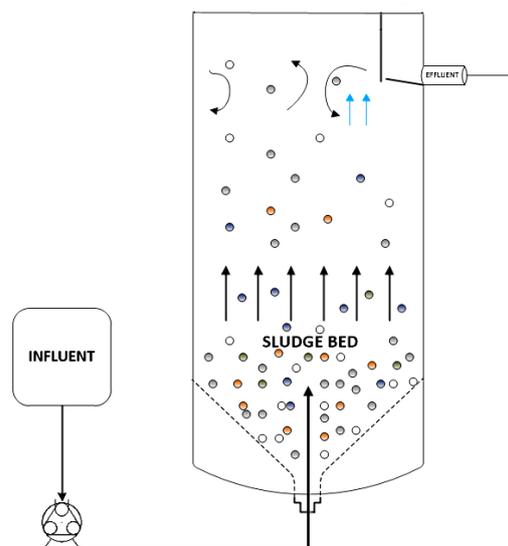
Sampel air limbah yang digunakan sebagai bahan studi penelitian ini berasal dari salah satu industri karton box yang berada di Indonesia. Air limbah tersebut bersumber dari empat proses produksi, yaitu: fotopolimer, korugator, lem jadi, dan tinta. Karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh industri dapat dilihat pada tabel 1. Sampel air limbah diambil pada dua waktu pengambilan yang berbeda, dengan kondisi proses produksi yang berlainan. Sebagian besar sampel air limbah berasal dari limbah tinta fleksografi berbasis air (*water-based flexographic ink*) (Tabel 1). Tinta tersebut merupakan campuran dari satu atau lebih pigmen (bahan warna) dengan kopolimer *methyl-methacrylate* sebagai *binder* dan menggunakan bahan aditif lainnya, seperti *cosolven*, *wax* polietilen, *wetting agent*, *defoamer* dan air sebagai *carrier*.

Tabel 1. Karakteristik air limbah industri karton box

No	Air limbah	Nilai COD (mg/L)		pH	Komposisi (%)
		1	2		
1	Fotopolimer	560	9088	7,36	0,3
2	Lem RXP	8800	5397	4,25	5,6
3	Korugator	1000	5716	5,23	18,8
4	Tinta	480	498	5,93	75,3

Unit Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB)

Unit reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Bed* terbuat dari bahan kaca akrilik berbentuk silinder dengan diameter 190 mm, tinggi total 380 cm dan volume reaksi 5.200 mL (Gambar 1). Bagian bawah unit tersebut berbentuk limas dengan ujung bawah mengerucut sebagai saluran *intake*. Pompa peristaltik (Cole Parmer Masterflex L/S 7518-62) dihubungkan ke titik *intake* untuk mengatur kecepatan aliran *influent*. Posisi titik outlet berada di salah satu sisi dari unit, yang dilengkapi dengan sekat untuk mencegah terikutnya suspensi ke dalam *effluent*.



Gambar 1. Unit *Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor* (UASB)

Start-up, aklimatisasi, dan proses kontinyu UASB

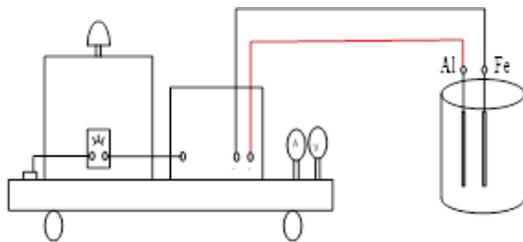
Percobaan dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *start-up*, aklimatisasi, dan pengolahan kontinyu. Dalam tahapan *start-up*, 350 g inokulum, 10% air limbah, dan 5 g gula ditambahkan ke dalam reaktor. Reaktor dioperasikan dengan laju alir 7 mL/menit dan disirkulasi selama dua hari. Aklimatisasi dilakukan selama tujuh hari dengan HRT 24 jam, dengan mengevaluasi efisiensi gula (0,5 g/L) dan pati (12 g/L) sebagai substrat utama. Air limbah dan substrat diumpan ke reaktor pada berbagai OLR dan konstan HRT (24 jam). Proses kontinyu dilakukan setelah tahapan aklimatisasi mencapai kondisi *steady-state* berdasarkan pencapaian efisiensi penurunan COD (selisih COD kurang dari 10%). Substrat dengan efisiensi terbaik digunakan dalam proses kontinyu.

Setelah aklimatisasi, air limbah dan substrat (0,6 g/L) diumpan ke reaktor secara kontinyu dengan HRT konstan (24 jam). Untuk memastikan kecukupan nitrogen dan fosfor untuk mikroorganisme anaerob, makronutrien ditambahkan dengan rasio COD:N:P sebesar 350:7:1. Sampel diambil setiap hari dari titik influen dan effluen reaktor. Performa reaktor UASB dievaluasi dengan menggunakan nilai COD dan efisiensi penurunan COD.

Elektrokoagulasi-flotasi (ECF)

Proses elektrokoagulasi-flotasi dilakukan dalam sebuah sel elektrolisis sehingga dapat menjamin berlangsungnya dua proses penting, yaitu elektrokoagulasi dan flotasi. Dua pasang sel elektroda yang berjarak 3 cm ditempatkan dalam ruang elektrolisis dengan plat aluminium berukuran 15 cm x 24

cm sebagai anoda dan plat besi berukuran sama sebagai katoda. GW Instek SPS-3610 dihubungkan dengan elektroda Al dan Fe sebagai sumber arus DC. Visualisasi konfigurasi dari peralatan elektrokoagulasi-flotasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peralatan elektrokoagulasi-flotasi dengan elektroda aluminium dan besi

Proses Elektrokoagulasi-flotasi (ECF)

Air limbah industri karton box terolah dari reaktor *upflow anaerobic sludge bed* (UASB) kemudian diolah dengan peralatan elektrokoagulasi-flotasi secara *batch*. Arus DC dialirkan ke elektroda pada tegangan 35 V selama 20 menit. Koagulan yang terbentuk oleh arus listrik akan mengadsorpsi polutan untuk kemudian terflotasi ke permukaan. Hasil proses elektroflotasi ditentukan dengan mengukur kandungan COD dari air limbah yang telah terkoagulasi. Efisiensi reaktor ditentukan berdasarkan nilai reduksi COD sebelum dan setelah proses elektrokoagulasi. Kondisi optimum proses diinvestigasi dengan melakukan variasi tegangan dan waktu elektrolisis.

Analisis

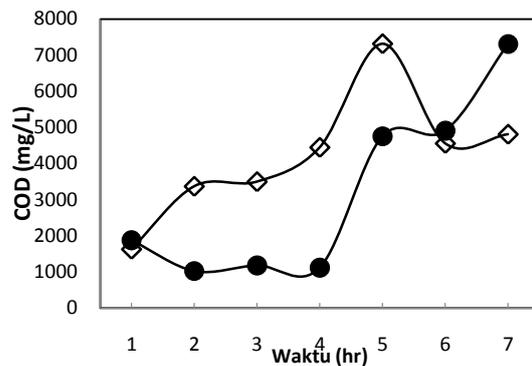
Efisiensi penurunan kandungan polutan dievaluasi melalui pengukuran parameter COD selama operasional reaktor. Pengukuran COD dilakukan dengan metode refluks tertutup dalam Reaktor Hanna HI 839800 dan mengacu pada *Standard Method* (APHA, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

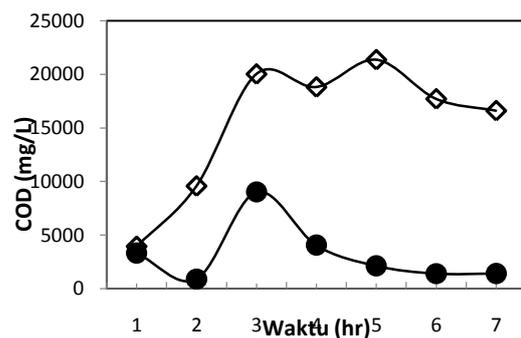
Efek substrat terhadap performa proses aklimatisasi

Kinerja proses aklimatisasi anaerob dengan substrat gula dan pati dapat dievaluasi melalui parameter COD. Gambar 3 dan 4 tentang aklimatisasi anaerob dengan substrat pati memberikan performa penurunan COD yang lebih baik jika dibandingkan dengan substrat gula. Pada penggunaan substrat gula, efisiensi penurunan COD maksimum hanya mencapai 70% di hari ke empat dan terus menurun hingga hari ke tujuh, dimana COD_{effluent} (CODE) terus mengalami kenaikan hingga melebihi COD_{influent}

(COD_i). Sementara ketika menggunakan substrat pati, efisiensi penurunan COD mulai mengalami kenaikan dari hari ke tiga hingga hari ke tujuh, dimana efisiensi penurunan COD mencapai 95% (Gambar 3). Proses aklimatisasi dengan substrat pati diasumsikan selesai pada hari ke tujuh, karena nilai efisiensi penurunan COD pada tiga siklus HRT tidak jauh berbeda (kurang dari 10%), sehingga dapat diasumsikan bahwa sistem anaerob telah mencapai kondisi *pseudo steady-state* (Oktem dkk., 2008).



(a)

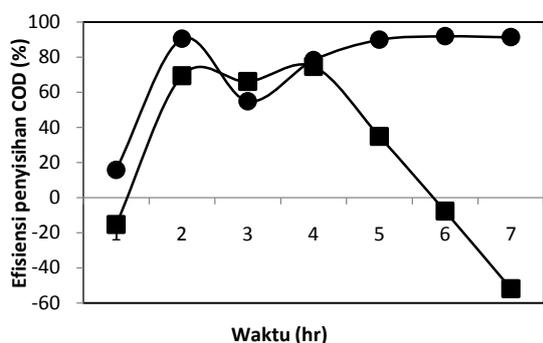


(b)

Gambar 3. COD influen (◇) dan COD effluen (●) versus waktu pada proses aklimatisasi dengan substrat gula (a) dan pati (b).

Efisiensi penurunan COD pada proses aklimatisasi ditunjukkan pada gambar 4. Aklimatisasi dengan substrat pati menunjukkan penurunan COD yang lebih tinggi dibandingkan gula. Substrat gula hanya mampu mencapai efisiensi 70% pada hari ke empat dan terus menurun hingga hari ke tujuh. Kedua substrat tersebut digunakan karena bersifat mudah terdegradasi, karbohidrat terlarut yang tidak menghambat proses degradasi anaerob dan lebih stabil (Noike dkk., 1985; Fontes Lima dkk., 2013; Gavala & Lyberatos, 2001; Xia dkk., 2012). Penggunaan substrat akan membantu proses degradasi karena menghasilkan metabolit intermediet dan berfungsi sebagai sumber karbon yang dibutuhkan untuk memperbanyak sel bakteri anaerob (Gerardi, 2003). Namun, di sisi lain,

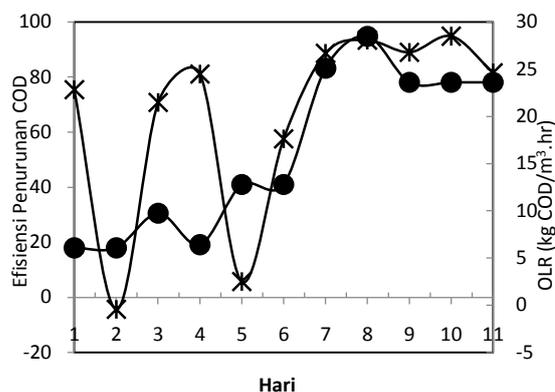
gula yang mudah terhidrolisa akan mempercepat tahapan *acidogenesis* dan tidak diimbangi dengan *methanogenesis*, yang prosesnya lebih lambat, sehingga terjadi *overload* metabolit. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Lima (Fontes Lima & Zaiat, 2012) dan Penteado (Penteado dkk., 2013) yang menyatakan adanya ketidakstabilan dari reaktor UASB dengan substrat sukrosa. Sementara, substrat pati menunjukkan performa yang meningkat dan mencapai efisiensi penurunan COD hingga 95%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa substrat pati lebih mudah digunakan sebagai sumber karbon dalam metabolisme sel mikroba anerob dan dalam pertumbuhan biomassa (Xia dkk., 2012).



Gambar 4. Efisiensi penyisihan COD proses aklimatisasi pada reaktor UASB dengan substrat gula (■) dan pati (●)

Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor (UASB) kontinyu

Reaktor UASB dijalankan secara kontinyu dalam mengolah air limbah industri karton box selama sebelas hari tanpa variasi HRT (24 jam). Kualitas air limbah yang diolah bersifat fluktuatif dengan kisaran COD antara 3900 – 9500 mg/L. Gambar 5 menunjukkan bahwa penurunan COD pada tahapan awal proses menunjukkan ketidakstabilan, dimana efisiensi yang dicapai cenderung fluktuatif pada OLR 6-12 kg COD/m³hari. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya komponen *non-biodegradable* dalam air limbah dari tinta yang menggunakan pigmen dengan komposisi yang bervariasi, seperti senyawa *anisidine*, *quinacridone*, *azo chromophores*, atau gugus *phthalocyanine*, dan derivat aromatisnya yang bersifat toksik bagi sistem anaerob. Hal ini sesuai dengan kajian Saratale (Saratale dkk., 2011) yang menyebutkan bahwa perubahan struktur kimia dari zat warna akan secara signifikan mempengaruhi tingkat biodegradabilitas dan reduksi warna dari suatu limbah.



Gambar 5. Efisiensi Penurunan COD (x) dan OLR (●) UASB

Ketika OLR meningkat hingga mencapai 23 – 28 kg COD/m³hari, sistem UASB menunjukkan peningkatan performa yang stabil dengan mencapai efisiensi penurunan COD hingga 94% dengan kualitas COD berkisar antara 150 – 248 mg/L. Hal ini dimungkinkan karena mikroba telah mampu beradaptasi dengan komponen-komponen rekalsitran di dalam limbah dan secara alamiah membentuk *strain* baru yang memiliki resistansi tinggi dan mampu mendegradasi komponen tersebut melalui mekanisme enzim biotransformasi (Saratale dkk., 2011; Saratale dkk., 2007).

Efisiensi elektrokoagulasi-flotasi Efisiensi reduksi COD

Kualitas air limbah keluaran dari unit UASB masih belum memenuhi persyaratan baku mutu, sehingga diperlukan pengolahan lanjutan. Teknologi elektrokoagulasi-flokulasi diaplikasikan terhadap air limbah terolah karena mempunyai kinerja tinggi, sederhana dan mudah pengoperasian. Hasil pengolahan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penurunan COD oleh proses elektrokoagulasi-flotasi

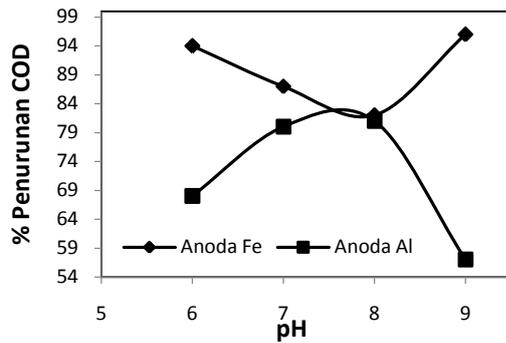
No	COD Awal	COD Akhir	% Penurunan COD
1	248	46	81
2	224	49	78
3	217	67	70
4	150	44	71

Proses elektrokoagulasi air limbah terolah UASB berlangsung secara efektif. Penurunan COD sangat besar, mencapai 70% hingga 81%. Hal ini menunjukkan bahwa polutan yang tersuspensi atau terlarut dapat terdestabilisasi oleh koagulan yang terbentuk dalam proses elektrolisis. Transfer muatan yang berlangsung pada media elektrolit dapat merusak kelarutan polutan sehingga terjadi interaksi dengan koagulan. Nilai akhir COD

yang berada pada 44 – 67 mg/L menegaskan bahwa teknologi elektrokoagulasi-flotasi dapat diterapkan sebagai pengolahan lanjut dari UASB.

Parameter optimum operasi

Pengaruh pH dan jenis anoda terhadap kinerja elektrokoagulasi-flotasi dikaji melalui percobaan pada pH 6 hingga 9. Gambar 6 menunjukkan secara jelas efek kedua parameter tersebut terhadap kinerja elektrokoagulasi-flotasi.

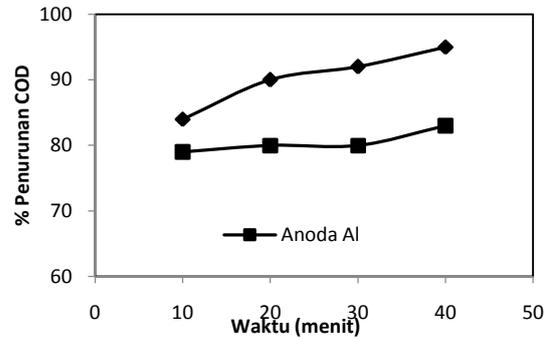


Gambar 6. Persen penurunan COD sebagai fungsi pH dengan anoda Al (■) dan Fe (◆) pada waktu elektrolisis 30 menit dan tegangan 30 V

Kemampuan reduksi COD pada anoda Al mencapai kondisi optimum pada pH sekitar 7,5 dan rendah untuk pH di bawah 6,5 atau di atas 8,5. Kecenderungan ini disebabkan oleh tingkat kelarutan trivalen kation aluminium/Al(III) yang sangat tergantung pada pH. Zongo menyebutkan bahwa pH pengendapan optimum atau kelarutan terkecil untuk spesies Al(III) pada daerah 6,5 – 7,5 dan akan menjadi besar pada pH di bawah 5 atau lebih dari 8 (Zongo dkk., 2009). Kelarutan yang besar dari trivalen aluminium/Al(III) akan menyebabkan produksi koagulan menjadi rendah yang berarti adsorpsi dan agregasi polutan akan menurun. Sementara itu kemampuan reduksi COD dengan anoda Fe mencapai optimal pada pH 6 atau 9 dan sedikit menurun untuk pH 7 – 8. Kelarutan trivalen kation besi yang kecil dengan rentang pH yang luas, yaitu di atas 5 menjadikan anoda Fe cukup efektif bekerja sebagai koagulan. Zongo juga telah menyebutkan bahwa daerah pH di atas lima merupakan kelarutan Fe(III) sangat rendah. Reduksi COD yang cenderung lebih kecil pada pH 7 – 8 dipengaruhi oleh dua hal, yaitu (1) transfer muatan yang akan lebih melambat karena sifat netralitas elektrolit atau konduktivitas larutan yang rendah dan (2) evolusi O₂ dan H₂ yang akan menurun pada daerah kurang asam atau basa sehingga memperkecil difusi polutan atau koagulan dan daya flotasi pemisahan polutan teradsorpsi koagulan.

Persen penurunan COD sebagai fungsi waktu

Efektivitas penurunan COD oleh proses elektrokoagulasi sangat dipengaruhi oleh waktu. Elektrolisis yang semakin lama akan semakin memperbanyak koagulan yang terbentuk sehingga potensi kontak dengan polutan semakin besar. Gambar 7 menunjukkan kecenderungan efektivitas penurunan COD yang dipengaruhi waktu untuk anoda Fe dan Al.



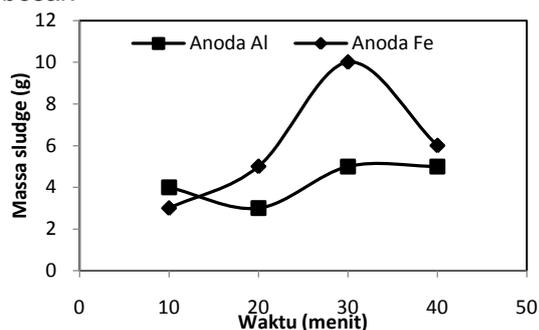
Gambar 7. Persen reduksi COD sebagai fungsi waktu elektrolisis

Penambahan waktu elektrolisis akan meningkatkan daya penurunan COD untuk anoda Fe tetapi hal yang sama tidak terjadi untuk anoda Al. Meningkatnya daya reduksi COD dari anoda Fe dipengaruhi oleh kuantitas flok feri hidroksi yang semakin besar. Khandegar (Khandegar & Saroha, 2013) menyebutkan efisiensi reduksi polutan meningkat dengan bertambahnya waktu elektrolisis, tapi diatas kondisi optimum maka efisiensi akan konstan dan reduksi tidak akan meningkat dengan penambahan waktu elektrolisis. Selain itu kondisi pH basa yang diaplikasikan akan efektif menambah daya pemisahan polutan teragegrat oleh oksigen yang semakin banyak terbentuk pada kondisi ini. Berbeda halnya anoda Al, dimana kuantitas aluminium hidroksi telah cukup diproduksi dalam waktu 10 menit untuk sebanding dengan jumlah polutan yang siap berinteraksi. Phalakornkule menyebutkan bahwa efektivitas reduksi polutan anoda Fe lebih baik dibanding Al berdasarkan pada : (1) partikel dasar Al terlihat menggembung dan tidak padat, (2) flok Al hidroksi mempunyai resistensi tinggi dan (3) konsumsi energi anoda Al lebih besar (Phalakornkule dkk., 2010).

Sludge dan biaya

Analisis biaya memegang peranan penting dalam proses pengolahan limbah. Komponen biaya utama dari proses ECF meliputi biaya konsumsi energi, material yang terlarut (elektroda), pengolahan *sludge*, pembuangan *sludge* dan bahan kimia

tambahan lainnya (untuk penyesuaian pH larutan). Berdasarkan kondisi operasi yang diaplikasikan pada penelitian ini, biaya konsumsi energi berkisar antara 4,5 – 18 kWh/m³, sementara konsumsi elektroda sebanyak 0,17 kg Al/m³ dan 0,515 kg Fe/m³. Sludge yang dihasilkan dari proses ECF sebanyak 5 kg/m³ untuk reaktor dengan anoda besi dan 4 kg/m³ untuk anoda aluminium, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Produksi sludge yang lebih banyak pada anoda besi disebabkan oleh berat molekul Fe yang lebih tinggi dan respon arus yang lebih besar.



Gambar 8. Produksi sludge sebagai fungsi waktu elektrolisis

KESIMPULAN

Integrasi teknologi UASB dan ECF telah mampu mengolah air limbah industri karton box sehingga potensial untuk diterapkan. Proses UASB dengan substrat pati menunjukkan efektivitas aklimatasi yang tinggi dibanding substrat gula. Kondisi *steady-state* akan tercapai setelah 6 hari operasional dengan efisiensi penurunan COD 91% dan OLR 25 kg COD/m³ hari. Aplikasi UASB secara kontinyu telah mampu menurunkan COD 94% dengan waktu tinggal 24 jam.

Teknologi ECF dapat diterapkan sebagai *post-treatment* dari efluen UASB. Proses ECF telah mampu menurunkan COD air limbah terolah UASB sekitar 70-81%. Kondisi optimum penurunan COD tercapai pada pH 7,5 untuk anoda Al dan pH 6 atau 9 untuk anoda Fe. Penambahan waktu elektrolisis di atas 10 menit sangat mempengaruhi efektivitas penurunan COD untuk anoda Fe sedangkan anoda Al tidak terjadi penurunan yang signifikan. Jumlah *sludge* yang dihasilkan oleh proses ECF sebanyak 4 kg/m³ untuk anoda Al dan 5 kg/m³ untuk anoda Fe. Biaya kebutuhan energi berkisar antara 4,5 hingga 18 kWh/m³ dan konsumsi elektroda sebanyak 0,17 kg Al/m³ atau 0,515 kg Fe/m³.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat terealisasi atas dukungan dana dari BBTPPI dan PT. Purinusa Eka Persada. Prasarana Laboratorium Litbang dan para analisis Laboratorium Pengujian BBTPPI secara nyata telah berkontribusi akan terselesainya kegiatan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyuk, S. et al., 2004. Removal of carbon and nutrients from domestic wastewater using a low investment , integrated treatment concept. *Water Research*, 38, pp.3031–3042.
- APHA, (American Public Health Association), 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. , 16th ed, p.Washington DC, USA.
- Boroski, M. et al., 2008. The effect of operational parameters on electrocoagulation-flotation process followed by photocatalysis applied to the decontamination of water effluents from cellulose and paper factories. *Journal of Hazardous Materials*, 160(1), pp.135–141.
- Chayada, L. et al., 2013. Wastewater Treatment For Flexographic Printing Factory by Adsorption with Corn Cob Charcoal. *ACA*, pp.323–326.
- Emamjomeh, M.M. & Sivakumar, M., 2009. Review of pollutants removed by electrocoagulation and electrocoagulation/flotation processes. *Journal of Environmental Management*, 90(5), pp.1663–1679.
- Fendri, I. et al., 2013. Optimization of coagulation-flocculation process for printing ink industrial wastewater treatment using response surface methodology. *African Journal of Biotechnology*, 12(30), pp.4819–4826.
- Fontes Lima, D.M., Moreira, W.K. & Zaiat, M., 2013. Comparison of the use of sucrose and glucose as a substrate for hydrogen production in an upflow anaerobic fixed-bed reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(35), pp.15074–15083.
- Fontes Lima, D.M. & Zaiat, M., 2012. The influence of the degree of back-mixing on hydrogen production in an anaerobic fixed-bed reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(12), pp.9630–9635.
- Gavala, H.N. & Lyberatos, G., 2001. Influence of anaerobic culture acclimation on the degradation kinetics of various substrates. *Biotechnology and Bioengineering*, 74(3), pp.181–195.
- Gerardi, M., 2003. *The microbiology of anaerobic digesters*, Available at:

- <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
<http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=kHRhIkMT0ggC&oi=fnd&pg=PR7&dq=The+microbiology+of+anaerobic+digesters&ots=5M0H7VTOWa&sig=cEqUWD31PFh6rbnZIYSjsiwlArA>.
- Gilboa, Y., 1999. Treatment of cardboard plant wastewater. *Filtration and Separation*, 36(6), pp.20–22.
- Kalyuzhnyi, S. et al., 2005. Integrated biological (anaerobic – aerobic) and physico-chemical treatment of baker ' s yeast wastewater. *Water Science & Technology*, 52(10-11), pp.19–23.
- Karabacakoglu, B. & Tezakil, F., 2014. Reduction of COD from Corrugated Box Manufacturing Plant Wastewater using Chemical Coagulation. *Journal of Selcuk University Natural and Applied Science*, pp.936–945.
- Khandegar, V. & Saroha, A.K., 2013. Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent - A review. *Journal of Environmental Management*, 128, pp.949–963.
- Liu, Y. et al., 2003. Mechanisms and models for anaerobic granulation in upflow anaerobic sludge blanket reactor. *Water Research*, 37(3), pp.661–673.
- Mansour, L. Ben & Kesentini, I., 2008. Treatment of effluents from cardboard industry by coagulation-electroflotation. *Journal of Hazardous Materials*, 153(3), pp.1067–1070.
- Mukimin, A., 2006. *Pengolahan Limbah Industri Berbasis Logam Dengan Teknologi Elektrokoagulasi Flotasi*. UNDIP.
- Noike, T. et al., 1985. Characteristics of carbohydrate degradation and the rate-limiting step in anaerobic digestion. *Biotechnology and bioengineering*, 27(10), pp.1482–1489.
- Oktem, Y.A. et al., 2008. Anaerobic treatment of a chemical synthesis-based pharmaceutical wastewater in a hybrid upflow anaerobic sludge blanket reactor. *Bioresource Technology*, 99(5), pp.1089–1096.
- Penteado, E.D. et al., 2013. Influence of seed sludge and pretreatment method on hydrogen production in packed-bed anaerobic reactors. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(14), pp.6137–6145.
- Phalakornkule, C. et al., 2010. Electrocoagulation of blue reactive, red disperse and mixed dyes, and application in treating textile effluent. *Journal of Environmental Management*, 91(4), pp.918–926.
- Prica, M. et al., 2015. The electrocoagulation/flotation study: The removal of heavy metals from the waste fountain solution. *Process Safety and Environmental Protection*, 94(July), pp.262–273.
- Renault, F. et al., 2009. Chitosan flocculation of cardboard-mill secondary biological wastewater. *Chemical Engineering Journal*, 155(3), pp.775–783.
- Roussy, J. et al., 2005. Treatment of ink-containing wastewater by coagulation/flocculation using biopolymers. *Water SA*, 31(3), pp.369–376.
- Saratale, G. et al., 2007. Biodegradation of kerosene by *Aspergillus ochraceus* NCIM-1146. *Journal of Basic Microbiology*, 47(5), pp.400–405.
- Saratale, R.G. et al., 2011. Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: A review. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(1), pp.138–157.
- Sklyar, V., Epov, A., Gladchenko, M., Danilovich, D., K.S., 2003. Combined biologic (anaerobic-aerobic) and chemical treatment of starch industry wastewater. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 109(1-3), pp.253–262.
- Taylor, P., Blonskaja, V. & Zub, S., 2009. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management Possible ways for post - treatment of biologically treated wastewater from yeast factory. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 17(4), pp.189–197.
- Teerattitayangkul, P. & Sopajaree, K., 2010. COD Removal of Cardboard Factory Wastewater by Upflow Anaerobic Filter. *The Third CMU Graduate Research Conference*, pp.434–438.
- Xia, Y. et al., 2012. Effects of substrate loading and co-substrates on thermophilic anaerobic conversion of microcrystalline cellulose and microbial communities revealed using high-throughput sequencing. In *International Journal of Hydrogen Energy*. pp. 13652–13659.
- Zodi, S. et al., 2013. Direct red 81 dye removal by a continuous flow electrocoagulation /flotation reactor. *Separation and Purification Technology*, 108, pp.215–222.
- Zongo, I. et al., 2009. Electrocoagulation for the treatment of textile wastewaters with Al or Fe electrodes: Compared variations of COD levels, turbidity and absorbance. *Journal of Hazardous Materials*, 169(1-3), pp.70–76.

**PEMISAHAN TANIN DAN HCN SECARA EKSTRAKSI DINGIN
PADA PENGOLAHAN TEPUNG BUAH MANGROVE
UNTUK SUBSTITUSI INDUSTRI PANGAN**

**SEPARATION OF TANIN AND HCN BY COLD PROCESS EXTRACTION
IN MANGROVE FRUIT POWDER PROCESSING
FOR FOOD INDUSTRY SUBSTITUTION**

Muryati dan Nelfiyanti

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang
Email : muryati.anggoro@gmail.com

Naskah diterima tanggal 29 Januari 2015, disetujui tanggal 17 Februari 2015

ABSTRACT

*The aim of this research was to obtain optimum condition in the separation of HCN and tannin in processing tancang fruit flour (*Bruguiera gymnorhiza*) so produced tancang flour which safe for substitution of raw materials used for the food industry. This research was conducted with preliminary treatment by blanching. Tancang fruit soaked in the hot water with temperature 95-100 °C with variable time soaking 5 minutes; 7, 5 minutes; 10 minutes and 15 minutes. Each time blanching followed by stripping and without stripping (for comparing) and also soaking and without soaking (comparison). The extraction is done by soaking in water for 2 days. The conditions of removal the tannins and optimal HCN was done at blanching 7.5 minutes continued stripping and soaking; the resulted tannin levels test 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg and 79,57 % carbohydrates. The results tested of tannins, HCN, metal impurities and microbial impurities, eligible for cassava flour quality so it is safe for food ingredients.*

Keywords : extraction, blanching, tannins, HCN, fruit tancang, SNI

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimal dalam pemisahan tanin dan HCN pada pengolahan tepung buah tancang (*Bruguiera gymnorhiza*) sehingga dihasilkan tepung tancang yang aman digunakan untuk substitusi bahan baku industri pangan. Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan pendahuluan yaitu diblansing dengan cara direndam dalam air panas suhu 95-100 °C dengan variabel waktu perendaman 5menit(mnt); 7,5 mnt; 10 mnt dan 15 mnt. Dari masing-masing waktu blansing dilanjutkan dengan pengupasan dan tanpa pengupasan (sebagai pembandingan) serta perendaman dan tanpa perendaman (pembandingan). Ekstraksi dilakukan dengan perendaman dalam air selama 2 hari. Kondisi penghilangan tanin dan HCN yang optimal dilakukan pada blansing 7,5 menit dilanjutkan pengupasan dan perendaman; dihasilkan pengujian kadar tanin 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg dan karbohidrat 79,57 %. Hasil pengujian tanin, HCN, cemaran logam dan cemaran mikroba, memenuhi persyaratan mutu tepung singkong sehingga aman untuk bahan makanan.

Kata kunci: ekstraksi, blansing, tanin, HCN, buah tancang, SNI

PENDAHULUAN

Mangrove adalah komunitas tanaman yang hidup di habitat payau dan berfungsi

sebagai pelindung daratan dari gelombang laut yang besar. Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan yang khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim,

seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Beberapa jenis mangrove yang umum dijumpai di pesisir Indonesia adalah bakau (*Rhizophora sp*), api-api (*Avicennia sp*), tancang/lindur (*Bruguiera sp*), bogem/pedada (*Sonneratia sp*) yang merupakan tumbuhan mangrove utama (Begen, 2002).

Spesies *Bruguiera gymnorrhiza* dikenal dengan nama tancang atau lindur berbuah sepanjang tahun dengan pohon yang kokoh dan tingginya mencapai ± 35 m. Saat ini jenis tancang digunakan untuk rehabilitasi hutan mangrove di kawasan pantai selatan dan pantai utara Jawa Tengah. Buah tancang mengandung karbohidrat cukup tinggi, ± 85 g/100 g bahan (Fortuna, 2005) sedangkan ekstraksi panas pada buah tancang diperoleh karbohidrat 75 % . Saat ini buah mangrove jenis tancang baru sebagian kecil dimanfaatkan oleh petani mangrove untuk bahan makanan sedangkan sisanya masih belum dimanfaatkan. Buah tancang yang jatuh ke perairan merupakan serasah, akan didekomposisi oleh bakteri perairan menjadi zat hara/nutrient terlarut yang dimanfaatkan oleh biota perairan antara lain fitoplankton, algae, ikan, udang, kepiting untuk pakannya. Sedangkan buah tancang yang jatuh bertebaran dipermukaan tanah apabila dibiarkan jangka lama akan membusuk sehingga akan mengganggu lingkungan disekitarnya. Untuk mencegah pencemaran oleh buah tancang yang jatuh dipermukaan tanah serta mendaya gunakan buah tancang yang sudah tua dipohon perlu diolah buah tancang tersebut menjadi tepung yang dapat digunakan untuk substitusi tepung yang lazim digunakan untuk pengolahan makanan.

Buah tancang mengandung senyawa anti nutrisi yaitu tanin dan HCN yang apabila terikut bersama makanan dapat menghambat proses pencernaan makanan sehingga harus dihilangkan atau direduksi sampai batas aman untuk makanan. Menurut Awika dkk (2009) kadar tanin yang tinggi dalam bahan pangan menyebabkan rasa pahit dan sepat dan dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein sehingga mengganggu aktivitas enzim-enzim pencernaan yang berakibat menghambat pertumbuhan. HCN merupakan senyawa yang berbahaya apabila termakan, karena dalam dosis 0,5 – 3,5 mg/kg berat badan dapat mematikan manusia. Batas aman kandungan HCN dalam makanan sebesar 50 ppm (Baskin dan Brewer, 2006).

Tanin didalam tanaman merupakan metabolit sekunder dengan rasa khas sepat. Tanin merupakan senyawa polifenol yang mempunyai berat molekul tinggi. Tanin bukan merupakan zat gizi namun dalam jumlah kecil dapat bermanfaat bagi kesehatan. Pada beberapa produk olahan minuman, kandungan tanin dipertahankan dalam jumlah tertentu dengan fungsi sebagai antioksidan dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Hagerman,2002).

Tanin merupakan senyawa yang mudah larut didalam air dan kelarutan bertambah besar apabila dilarutkan didalam air panas, namun pada pemanasan sampai suhu 100 °C akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol dan phloroglucinol. Tanin larut didalam pelarut organik seperti metanol, etanol dan aseton.

HCN atau asam sianida didalam tanaman tersimpan dalam senyawa Glikosida sianogenetik dan akan terurai menjadi senyawa HCN apabila bagian tanaman tersebut dihancurkan, diiris, direbus, dikukus atau mengalami kerusakan. HCN murni merupakan gas tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau khas. Penelitian sebelumnya tentang tepung buah tancang antara lain Sulistyawati dkk (2012) menyatakan bahwa penepungan buah tancang/lindur pada suhu 70 °C setelah dilakukan perendaman dengan larutan 30 % abu sekam selama 24 jam, dihasilkan tepung dengan kadar tanin 0,192 % dan kadar HCN 3,375 ppm. Perendaman buah tancang dengan sekam dikhawatirkan serbuk/serpihan sekam akan terserap kedalam buah tancang sehingga tepung yang dihasilkan berwarna putih kehitaman. Disamping hal tersebut, buah tancang terbatas umur simpannya karena apabila tidak segera diolah akan menjadi keras sehingga sulit untuk diproses menjadi tepung. Untuk mempertahankan karakteristik, buah tancang dapat diolah menjadi bentuk tepung karena dengan penepungan lebih flexibel diaplikasikan pada berbagai jenis olahan pangan sehingga diharapkan lebih mudah dikenalkan kepada masyarakat.

Berdasar atas permasalahan diatas, telah dilakukan penelitian mengenai penghilangan/pengurangan tanin dan HCN pada buah tancang dengan cara ekstraksi dingin menggunakan pelarut air. Ekstraksi merupakan pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Pemisahan terjadi atas dasar

kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran (Bernasconi dkk, 1995). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan cara yang tepat dalam pemisahan tanin dan HCN pada pengolahan tepung buah tancang sehingga dihasilkan tepung tancang yang aman digunakan untuk substitusi bahan baku industri pangan.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah tancang yang sudah tua, air sebagai pelarut dan reagent kimia untuk uji tanin, HCN, karbohidrat, cemaran logam, cemaran mikroba. Buah tancang diperoleh dari KUB Tancang Jaya Kendal.

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan, ember, kompor, dandang, perajang, pengering, penggiling.

Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan urutan proses sebagai berikut:

blansing → pengupasan → perendaman → perajangan → pengeringan → penggilingan → pengujian.

Blansing, bertujuan untuk menginaktifkan enzim yang terdapat didalam buah tancang sehingga tanin yang dibebaskan berkurang. Pada penelitian ini blansing dilakukan dengan cara buah tancang direndam dalam air panas suhu 95-100 °C dengan variabel waktu perendaman selama 5 menit; 7,5 menit; 10 menit; 15 menit.

Dari masing-masing blansing dilanjutkan dengan variabel pengupasan dan tanpa pengupasan. Dari masing-masing perlakuan dilanjutkan dengan variabel perendaman dan tanpa perendaman (sebagai pembanding). Perendaman dilakukan dengan air bersih selama 2 hari dan setiap 6 jam air rendaman diganti dengan air bersih. Dari masing-masing perlakuan buah tancang ditiriskan kemudian dirajang dengan ketebalan ± 0,5 cm, kemudian dikeringkan dalam almari pengering pada suhu 60 °C sampai kering (±30 jam). Selanjutnya digiling dengan mesin penggiling untuk dijadikan tepung. Sebagai ilustrasi, perlakuan percobaan serta jenis tepung yang dihasilkan dalam penelitian ini tertera dalam tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Percobaan dan Jenis Tepung yang Dihasilkan

Waktu blansing (menit)	Perlakuan Percobaan	Kode Tepung Yang Dihasilkan
5	Kupas, Rendam	Ed 1
5	Kupas, Tanpa rendam	Ed 2
5	Tanpa kupas, Rendam	Ed 3
5	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 4
7,5	Kupas, Rendam	Ed 5
7,5	Kupas, Tanpa rendam	Ed 6
7,5	Tanpa kupas, Rendam	Ed 7
7,5	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 8
10	Kupas, Rendam	Ed 9
10	Kupas, Tanpa rendam	Ed 10
10	Tanpa kupas, Rendam	Ed 11
10	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 12
15	Kupas, Rendam	Ed 13
15	Kupas, Tanpa rendam	Ed 14
15	Tanpa kupas, Rendam	Ed 15
15	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 16

Pengujian hasil percobaan

Tepung yang dihasilkan dikemas dan diuji kualitasnya meliputi parameter: warna tepung, kadar tanin, HCN, karbohidrat, cemaran logam dan cemaran mikroba. Pengujian warna tepung dievaluasi dengan metoda Hedonik Rating Test dengan nilai sangat suka=5, lebih suka=4, suka=3, kurang suka=2, tidak suka=1. Warna tepung terpilih apabila diperoleh nilai tertinggi. Parameter karbohidrat, cemaran logam dan cemaran mikroba mengacu kepada metoda uji SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman. Kandungan tanin diuji secara Spektrofotometri (mengacu AOAC 2012), sedangkan HCN secara Kolorimetri. Hasil uji yang diperoleh dievaluasi dengan mengacu

kepada Persyaratan Mutu Tepung Singkong (SNI 01-2997-1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan warna tepung

Hasil pengamatan warna tepung pada ekstraksi dingin tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Warna Tepung pada Ekstraksi Dingin

Kode Tepung	Nilai Rating	Kode Tepung	Nilai Rating
Ed.1	32	Ed.9	67
Ed.2	42	Ed.10	44
Ed.3	30	Ed.11	35
Ed.4	43	Ed.12	43
Ed.5	80	Ed.13	70
Ed.6	64	Ed.14	39
Ed.7	50	Ed.15	28
Ed.8	41	Ed.16	26

Secara umum, tepung tancang berwarna kecoklatan. Warna coklat yang terbentuk karena adanya reaksi oksidatif oleh enzim polifenol oksidase terhadap senyawa fenolik yang terkandung didalam buah tancang yang keluar apabila bahan terluka. Pada tahap awal terjadi reaksi hidrosilase monofenol menjadi difenol selanjutnya oksidasi difenol menjadi kuinon yang berkontribusi berwarna kuning, oranye dan coklat. Fungsi utama blansing adalah menginaktifkan enzim yang dapat menyebabkan perubahan warna sehingga tidak terjadi oksidasi senyawa phenol menjadi senyawa kuinon yang berwarna coklat. Beberapa enzim oksidatif yang menjadi inaktif pada proses blansing antara lain peroksidase, katalase, polifenol oksidase, lipoksigenase. (<https://blog.ub.ac.id/arinia/2013/06/19/blansing/>, diakses tgl. 11 Nopember 2015).

Hasil pengamatan warna tepung pada penelitian ini (tabel 2), menunjukkan bahwa warna tepung dengan nilai rating tinggi yaitu tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt dilanjutkan dengan dikupas dan direndam) nilai rating 80; Ed.13 (blansing 15 mnt, dilanjutkan dengan dikupas dan direndam) nilai rating 70; dan Ed.9 (blansing 10 mnt, dilanjutkan dengan dikupas dan direndam) nilai rating 67. Nilai panelis pada ketiga jenis tepung tersebut lebih tinggi dari jenis lainnya, disebabkan setelah diblansing dan dikupas, enzim polifenol oksidase yang terdapat didalam daging buah tidak aktif sehingga hanya sedikit senyawa kuinon terbentuk yang menyebabkan tepung yang dihasilkan berwarna putih kecoklatan.

Adanya perlakuan pengupasan setelah blansing, tanin yang masih tersisa didalam buah tancang akan berdifusi keluar pada saat perendaman sehingga adanya

pengupasan berpengaruh positif terhadap warna tepung yang dihasilkan yaitu warna tepung lebih cerah. Dari ke 3 jenis tepung tersebut, tepung dengan blansing 7,5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman merupakan tepung dengan nilai rating tertinggi. Hal ini kemungkinan waktu blansing selama 7,5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman merupakan waktu yang optimal dalam menekan aktifitas enzim polifenol oksidase. Warna tepung putih kecoklatan merupakan tepung dengan derajat keputihan yang rendah tetapi dalam aplikasi untuk pengolahan pangan tidak memerlukan pewarna makanan (Purnobasuki, 2011).

Pengamatan Tanin, HCN dan Karbohidrat

Hasil pengujian Tanin, HCN dan Karbohidrat dalam penelitian ini tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tanin, HCN dan Karbohidrat pada Tepung Tancang

Kode Tepung	Kadar Karbohidrat (%)	Kadar Tanin (mg/kg)	Kadar HCN (mg/kg)
Ed.1	72,42	326,89	19,55
Ed.2	72,66	478,37	11,94
Ed.3	72,77	520,62	10,75
Ed.4	73,73	325,36	5,24
Ed.5	79,57	287,43	8,05
Ed.6	77,79	516,02	7,42
Ed.7	76,06	542,87	6,9
Ed.8	76,28	570,02	8,41
Ed.9	76,46	300,54	7,94
Ed.10	75,41	449,59	8,77
Ed.11	78,12	505,94	6,38
Ed.12	76,5	548,87	8,1
Ed.13	78,2	296,81	7,68
Ed.14	77,18	458,81	5,45
Ed.15	76,72	517,09	7,94
Ed.16	75,94	495,06	5,04

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa pada ekstraksi dingin dengan 4 jenis waktu blansing, kadar tanin rendah (≤ 300 mg/kg) dihasilkan pada tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt dilanjutkan dengan pengupasan dan perendaman) kadar tanin 287,43 mg/kg; tepung Ed.9 (blansing 10 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman) kadar tanin 300,54 mg/kg; tepung Ed.13 (blansing 15 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman) kadar tanin 296,81 mg/kg; sedangkan tepung pada blansing 5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman kadar taninnya cukup tinggi yaitu interval 325,36- 570,01 mg/kg.

Dilakukannya pengupasan kulit setelah blansing, dan dilanjutkan dengan perendaman didalam air bersih dengan diganti air rendaman setiap 6 jam selama 2 hari merupakan proses ekstraksi dingin dengan ulangan sebanyak 6 kali. Adanya penggantian air untuk perendaman sampai 6 kali mempercepat dan meningkatnya jumlah tanin yang larut ke dalam air rendaman sehingga sisa tanin yang tertinggal di dalam tepung yang dihasilkan sedikit/kecil dari pada tepung dengan perlakuan lainnya. Dikaitkan dengan persyaratan mutu (SNI) tepung pada umumnya, belum ada informasi tentang persyaratan mutu tanin didalam tepung untuk bahan makanan Apabila dikaitkan dengan Acceptable Daily Intake (ADI) yang merupakan batasan berapa banyak konsumsi bahan tambahan makanan setiap hari yang dapat diterima dan dicerna setiap hari tanpa mengalami resiko kesehatan ditetapkan nilai ADI tanin yaitu 560 mg/kg berat badan/hari, Berdasar atas argumen diatas kandungan tanin ke 3 jenis tepung tersebut dapat dinyatakan aman dikonsumsi sebagai bahan pangan. Dari ke 3 jenis tepung tersebut, tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman) mengandung sisa tanin yang paling rendah yaitu 287,43 mg/kg, sehingga dapat digunakan acuan dalam proses pengolahan tepung dari buah tancang dalam skala kecil maupun skala industri. Hal ini karena pada blansing selama 7,5 mnt; merupakan waktu yang optimal yang mana aktivitas enzim oksidatif paling lemah sehingga tanin yang terdapat didalam tepung yang dihasilkan paling sedikit.

Pada pengolahan buah tancang dalam berbagai variasi selain pengupasan dan perendaman pada blansing selama 5 mnt, kadar tanin didalam tepung yang dihasilkan relatif tinggi yaitu 325,36- 520, 62 mg/kg tepung. Sedangkan pada blansing 7,5 mnt kadar tanin tinggi pada interval 516,02-570,02 mg/kg, pada blansing 10 mnt kadar tanin tinggi 449,59-548,87 mg/kg tepung dan pada blansing 15 mnt kadar tanin tinggi 458,81-517,09 mg/kg; yang mana bahan baku setelah diblansing bervariasi antara dikupas, tanpa direndam; tanpa dikupas, direndam; tanpa dikupas, tanpa direndam. Tingginya kadar tanin pada beberapa jenis tepung tersebut karena masih adanya kulit buah tancang (tidak dikupas) lebih keras dari daging buahnya sehingga menghambat larutnya tanin pada air saat perendaman. Sebagai pembanding, yaitu buah tancang tanpa dikupas, direndam dan tanpa dikupas, tanpa direndam yang mana tepung yang dihasilkan kandungan tanin masih cukup tinggi. Berdasar pada kadar tanin pada tepung pembanding

serta menjaga keamanan bahan makanan, pada pengolahan tepung tancang disarankan setelah blansing untuk dilakukan pengupasan dan perendaman.

Kadar HCN pada tepung yang dihasilkan pada ekstraksi dingin, pada interval 5,03 – 19,55 mg/kg. Sebagai zat antinutrisi keberadaan HCN dalam bahan makanan tidak boleh melebihi batas maksimal yang ditetapkan dengan mengacu kepada syarat mutu Tepung Singkong (SNI 01-2997-1996) yaitu maksimal 40 mg/kg, sedangkan menurut Food and Agriculture Organization (FAO) ditetapkan HCN dalam makanan maksimal 50 ppm. Berdasar kepada persyaratan mutu SNI tersebut, kadar HCN yang terkandung dalam tepung hasil percobaan dengan ekstraksi dingin memenuhi syarat sebagai bahan pangan karena terdapat di dalam jumlah kecil, tidak melebihi persyaratan yang ditetapkan. Blansing pada 5 mnt, kadar HCN yang tertinggal didalam tepung yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 10,75-19,55 mg/kg (Ed.3-Ed.1). Hal ini kemungkinan aktivitas enzim glikosidase yang akan membebaskan HCN dari glikosida sianogenetik yang terdapat dalam buah tancang masih rendah sehingga HCN yang tersisa didalam tepung yang dihasilkan cukup tinggi, kecuali pada tepung Ed.4 sisa HCN cukup rendah yaitu 5,24 mg/kg (kemungkinan sebagian buah tancang yang digunakan belum tua shg kandungan glikosida sianogenetik masih rendah). Pada blansing 7,5 mnt dan blansing 10 mnt, kadar HCN didalam tepung dari masing-masing perlakuan pada interval 6,90-8,41 mg/kg dan 6,38-8,77 mg/kg. Dari kedua jenis waktu blansing tsb, kadar HCN didalam tepung yang dihasilkan hampir sama, hal ini kemungkinan aktivitas enzim glikosidase hampir sama pada blansing 7,5 mnt dan 10 mnt. Pada blansing 15 mnt kadar HCN pada tepung yang dihasilkan cenderung lebih rendah dari pada blansing 7,5 mnt dan 10 mnt yaitu 5,04-7,94 mg/kg. Hal ini kemungkinan waktu blansing lebih lama akan meningkatkan aktivitas enzim glukosidase sehingga HCN didalam tepung lebih rendah.

Untuk mencegah kerusakan buah tancang dan untuk mendapatkan bahan baku yang aman, maka pengolahan buah tancang menjadi bentuk tepung merupakan alternatif yang perlu dilakukan mengingat buah tancang kandungan air cukup tinggi. Hasil pengujian buah tancang oleh lab BBTPI (2013) mengandung air 46,08%; abu 1,25%; lemak 0,50%; protein 2,81%; serat kasar 2,81%; karbohidrat 46,83%; tanin 43,28mg/kg dan HCN 4,51 mg/kg.

Kadar karbohidrat yang dihasilkan pada ekstraksi dingin pada interval 72,42 – 79,57 %, sedangkan kadar karbohidrat

tertinggi dihasilkan pada perlakuan blansing 7,5 mnt; dikupas dan direndam, tepung yang dihasilkan dengan kadar karbohidrat paling tinggi yaitu 79,57 %. Hal ini karena blansing selama 7,5 mnt pada pemanasan $\pm 95^{\circ}\text{C}$ tidak berpengaruh terhadap sifat-sifat pati baik amilosa maupun amilopektin didalam tepung tancang yang dihasilkan sehingga karbohidrat yang dihasilkan tinggi. Kandungan karbohidrat cukup tinggi menandakan bahwa tepung buah tancang mempunyai nilai kalori cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pangan alternatif berbasis karbohidrat. Karbohidrat sangat penting untuk memenuhi kecukupan kalori terbesar selain dari protein dan lemak. Menurut Brisske et al (2004), karbohidrat penyumbang > dari 50% kalori dengan nilai 4 kkal/g karbohidrat. Pada penelitian ini kadar karbohidrat yang diperoleh < dari penelitian yang dilakukan oleh IPB Bogor yaitu 90,05 % (Purnobasuki, 2011). Hal ini kemungkinan pengaruh dari tempat tumbuh, umur panen dan proses pengolahan

Pengujian Cemar Logam

Hasil pengujian cemaran logam pada tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt, dikupas dan direndam) yang mengandung tanin terendah, tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Cemaran Logam pada Tepung Tancang Ed.5

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan Kualitas Tepung Singkong (SNI 01-2997-1996)	Hasil Pengujian
Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0	0,54
Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 10,0	3,06
Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05	< 0,001
Arsen (As)	mg/kg	maks 0,5	< 0,005

Dari tabel 4 dapat dinyatakan bahwa tepung tancang Ed.5 (blansing 7,5 mnt dengan dikupas dan direndam) kandungan logam berat tidak melebihi dari persyaratan mutu Tepung singkong. Adanya logam-logam tersebut didalam tepung tancang disebabkan adanya penyerapan logam-logam berat oleh akar pada saat pertumbuhan pohon mangrove didaerah pantai. Dari beberapa perlakuan ekstraksi dingin pada pengolahan tepung tancang dalam skala kecil maupun menengah, setelah blansing sebaiknya dilakukan pengupasan dan perendaman untuk mencegah meningkatnya kandungan logam berat. Selain didalam daging buah, logam berat dimungkinkan juga terdapat didalam kulit buah sehingga apabila tanpa pengupasan,

kandungan logam berat didalam tepung yang dihasilkan lebih banyak dari pada didalam tepung dengan pengupasan.

Sedangkan hasil uji Cemaran Mikroba pada tepung tancang Ed.5, yang mengandung tanin terendah tertera pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian Cemaran Mikroba pada Tepung tancang Ed.5

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan kualitas Tepung singkong (SNI 01-2997-1996)	Hasil Pengujian
Angka Lempeng E Coli	koloni/g	maks $1,0 \times 10^6$	$2,6 \times 10^4$
Jamur	koloni/g	10	< 3
		Maks $1,0 \times 10^4$	10

Dari tabel 5 dapat dinyatakan bahwa tepung tancang pada blansing 7,5 mnt dengan dikupas dan direndam, kandungan mikroba tidak melebihi dari persyaratan mutu Tepung singkong, sehingga tepung ini layak digunakan sebagai bahan pangan. Untuk meningkatkan keawetan tepung hasil penelitian ini dan mencegah terkontaminasi, pengeringan merupakan faktor yang penting sehingga harus dikendalikan kadar air tidak lebih dari 12 % (persyaratan SNI 01-2997-1996) dan dikemas dengan bahan kemas yang sesuai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemisahan Tanin dan HCN secara ekstraksi dingin pada pengolahan tepung buah tancang diperoleh kondisi optimal pada blansing 7,5 menit dilanjutkan dengan pengupasan dan perendam, dihasilkan pengujian kadar tanin 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg dan karbohidrat 79,57 %.. Pada blansing 5 mnt, 10 mnt dan 15 mnt pengolahan tepung buah tancang tidak efektif. Pada pengujian tanin, HCN, cemaran logam dan cemaran mikroba, memenuhi persyaratan mutu tepung Singkong sehingga aman untuk bahan makanan.

Disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan metoda yang tepat dalam pengolahan tepung buah tancang tanpa pengupasan kulitnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Disampaikan ucapan terimakasih kepada Bapak Subandriyo, S.Si, M.Si (Alm) yang telah berperan aktif dalam tim sehingga penelitian ini dapat diselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Awika JM, Yang LY, Browning JD, and Faraj A, 2009. *Comparative Antioxidant, Antiproliferativ and Phase II Enzyme Inducing Potential of Sorghum (Sorghum bicolor) Varieties*. *LWT-Food Science and Technology Journal*.42:1041-1046.
- Brisske LK, Lee SY, Klein BP, and Cadwallder KR.2004. *Development of a Prototype High-Energy, Nutrient-Dense Food Product for Emergency Relief*. Univ.of Illionis Urbana-Champaign.
- Bengen.D,2002. *Sinopsis Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB.
- Bernasconi et al. 1995. *Teknologi Kimia. Bag 2*, PT Pranya Paramita. Jakarta, hal 177-188.
- BSN.1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*, SNI 01-2891-1992. BSN. Jakarta.
- BSN. 1996. *Syarat Mutu Tepung Singkong*, SNI 01-2997-1996. BSN, Jakarta.
- Fortuna, James de. 2005. *Ditemukan Buah Bakau sebagai Makanan Pokok*. <http://www.tempointeraktif.com>.
- Hagerman AE. 2002. *Tannin Chemistry*. Departement Chemistry and Biochemistry, Miami University. Oxford, USA.
- Purnobasuki. H. 2011. *Potensi Mangrove sebagai Tanaman Obat*. <http://www.uajy.ac.id/biota/abstrak/2004>, diakses tanggal 3 November 2014.
- Smith, A.H, E.Zoetendal, R.I.Mackie.2003. *Bacterial Mechanisms to overcome Inhibitory Effect of Dietary Tannins*. *Microb. Ecol.* 50:197-205.
- SNI 01-2891-1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*, Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sulistiyawati, Wignyanto, S.Kumalaningsih. 2012. *Produksi Tepung Buah Lindur (Gruguiera gymnorhiza) Rendah Tanin dan HCN sebagai Bahan Pangan Alternatif*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.13 No 3. Hal. 187-198.
- Winarno. FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. (<https://blog.ub.ac.id/arinia/2013/06/19/blansing/>, diakses tgl. 11 Nopember 2015).
-

**PEMISAHAN TANIN DAN HCN SECARA EKSTRAKSI DINGIN
PADA PENGOLAHAN TEPUNG BUAH MANGROVE
UNTUK SUBSTITUSI INDUSTRI PANGAN**

***SEPARATION OF TANIN AND HCN BY COLD PROCESS EXTRACTION
IN MANGROVE FRUIT POWDER PROCESSING
FOR FOOD INDUSTRY SUBSTITUTION***

Muryati dan Nelfiyanti

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang
Email : muryati.anggoro@gmail.com

Naskah diterima tanggal 29 Januari 2015, disetujui tanggal 17 Februari 2015

ABSTRACT

*The aim of this research was to obtain optimum condition in the separation of HCN and tannin in processing tancang fruit flour (*Bruguiera gymnorhiza*) so produced tancang flour which safe for substitution of raw materials used for the food industry. This research was conducted with preliminary treatment by blanching. Tancang fruit soaked in the hot water with temperature 95-100 °C with variable time soaking 5 minutes; 7, 5 minutes; 10 minutes and 15 minutes. Each time blanching followed by stripping and without stripping (for comparing) and also soaking and without soaking (comparison). The extraction is done by soaking in water for 2 days. The conditions of removal the tannins and optimal HCN was done at blanching 7.5 minutes continued stripping and soaking; the resulted tannin levels test 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg and 79,57 % carbohydrates. The results tested of tannins, HCN, metal impurities and microbial impurities, eligible for cassava flour quality so it is safe for food ingredients.*

Keywords : *extraction, blanching, tannins, HCN, fruit tancang, SNI*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimal dalam pemisahan tanin dan HCN pada pengolahan tepung buah tancang (*Bruguiera gymnorhiza*) sehingga dihasilkan tepung tancang yang aman digunakan untuk substitusi bahan baku industri pangan. Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan pendahuluan yaitu diblansing dengan cara direndam dalam air panas suhu 95-100 °C dengan variabel waktu perendaman 5menit(mnt); 7,5 mnt; 10 mnt dan 15 mnt. Dari masing-masing waktu blansing dilanjutkan dengan pengupasan dan tanpa pengupasan (sebagai pembandingan) serta perendaman dan tanpa perendaman (pembandingan). Ekstraksi dilakukan dengan perendaman dalam air selama 2 hari. Kondisi penghilangan tanin dan HCN yang optimal dilakukan pada blansing 7,5 menit dilanjutkan pengupasan dan perendaman; dihasilkan pengujian kadar tanin 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg dan karbohidrat 79,57 %. Hasil pengujian tanin, HCN, cemaran logam dan cemaran mikroba, memenuhi persyaratan mutu tepung singkong sehingga aman untuk bahan makanan.

Kata kunci: ekstraksi, blansing, tanin, HCN, buah tancang, SNI

PENDAHULUAN

Mangrove adalah komunitas tanaman yang hidup di habitat payau dan berfungsi

sebagai pelindung daratan dari gelombang laut yang besar. Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan yang khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim,

seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Beberapa jenis mangrove yang umum dijumpai di pesisir Indonesia adalah bakau (*Rhizophora sp*), api-api (*Avicennia sp*), tancang/lindur (*Bruguiera sp*), bogem/pedada (*Sonneratia sp*) yang merupakan tumbuhan mangrove utama (Begen, 2002).

Spesies *Bruguiera gymnorrhiza* dikenal dengan nama tancang atau lindur berbuah sepanjang tahun dengan pohon yang kokoh dan tingginya mencapai ± 35 m. Saat ini jenis tancang digunakan untuk rehabilitasi hutan mangrove di kawasan pantai selatan dan pantai utara Jawa Tengah. Buah tancang mengandung karbohidrat cukup tinggi, ± 85 g/100 g bahan (Fortuna, 2005) sedangkan ekstraksi panas pada buah tancang diperoleh karbohidrat 75 % . Saat ini buah mangrove jenis tancang baru sebagian kecil dimanfaatkan oleh petani mangrove untuk bahan makanan sedangkan sisanya masih belum dimanfaatkan. Buah tancang yang jatuh ke perairan merupakan serasah, akan didekomposisi oleh bakteri perairan menjadi zat hara/nutrient terlarut yang dimanfaatkan oleh biota perairan antara lain fitoplankton, algae, ikan, udang, kepiting untuk pakannya. Sedangkan buah tancang yang jatuh bertebaran dipermukaan tanah apabila dibiarkan jangka lama akan membusuk sehingga akan mengganggu lingkungan disekitarnya. Untuk mencegah pencemaran oleh buah tancang yang jatuh dipermukaan tanah serta mendaya gunakan buah tancang yang sudah tua dipohon perlu diolah buah tancang tersebut menjadi tepung yang dapat digunakan untuk substitusi tepung yang lazim digunakan untuk pengolahan makanan.

Buah tancang mengandung senyawa anti nutrisi yaitu tanin dan HCN yang apabila terikut bersama makanan dapat menghambat proses pencernaan makanan sehingga harus dihilangkan atau direduksi sampai batas aman untuk makanan. Menurut Awika dkk (2009) kadar tanin yang tinggi dalam bahan pangan menyebabkan rasa pahit dan sepat dan dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein sehingga mengganggu aktivitas enzim-enzim pencernaan yang berakibat menghambat pertumbuhan. HCN merupakan senyawa yang berbahaya apabila termakan, karena dalam dosis 0,5 – 3,5 mg/kg berat badan dapat mematikan manusia. Batas aman kandungan HCN dalam makanan sebesar 50 ppm (Baskin dan Brewer, 2006).

Tanin didalam tanaman merupakan metabolit sekunder dengan rasa khas sepat. Tanin merupakan senyawa polifenol yang mempunyai berat molekul tinggi. Tanin bukan merupakan zat gizi namun dalam jumlah kecil dapat bermanfaat bagi kesehatan. Pada beberapa produk olahan minuman, kandungan tanin dipertahankan dalam jumlah tertentu dengan fungsi sebagai antioksidan dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Hagerman,2002).

Tanin merupakan senyawa yang mudah larut didalam air dan kelarutan bertambah besar apabila dilarutkan didalam air panas, namun pada pemanasan sampai suhu 100 °C akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol dan phloroglucinol. Tanin larut didalam pelarut organik seperti metanol, etanol dan aseton.

HCN atau asam sianida didalam tanaman tersimpan dalam senyawa Glikosida sianogenetik dan akan terurai menjadi senyawa HCN apabila bagian tanaman tersebut dihancurkan, diiris, direbus, dikukus atau mengalami kerusakan. HCN murni merupakan gas tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau khas. Penelitian sebelumnya tentang tepung buah tancang antara lain Sulistyawati dkk (2012) menyatakan bahwa penepungan buah tancang/lindur pada suhu 70 °C setelah dilakukan perendaman dengan larutan 30 % abu sekam selama 24 jam, dihasilkan tepung dengan kadar tanin 0,192 % dan kadar HCN 3,375 ppm. Perendaman buah tancang dengan sekam dikhawatirkan serbuk/serpihan sekam akan terserap kedalam buah tancang sehingga tepung yang dihasilkan berwarna putih kehitaman. Disamping hal tersebut, buah tancang terbatas umur simpannya karena apabila tidak segera diolah akan menjadi keras sehingga sulit untuk diproses menjadi tepung. Untuk mempertahankan karakteristik, buah tancang dapat diolah menjadi bentuk tepung karena dengan penepungan lebih flexibel diaplikasikan pada berbagai jenis olahan pangan sehingga diharapkan lebih mudah dikenalkan kepada masyarakat.

Berdasar atas permasalahan diatas, telah dilakukan penelitian mengenai penghilangan/pengurangan tanin dan HCN pada buah tancang dengan cara ekstraksi dingin menggunakan pelarut air. Ekstraksi merupakan pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Pemisahan terjadi atas dasar

kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran (Bernasconi dkk, 1995). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan cara yang tepat dalam pemisahan tanin dan HCN pada pengolahan tepung buah tancang sehingga dihasilkan tepung tancang yang aman digunakan untuk substitusi bahan baku industri pangan.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah tancang yang sudah tua, air sebagai pelarut dan reagent kimia untuk uji tanin, HCN, karbohidrat, cemaran logam, cemaran mikroba. Buah tancang diperoleh dari KUB Tancang Jaya Kendal.

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan, ember, kompor, dandang, perajang, pengering, penggiling.

Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan urutan proses sebagai berikut:

blansing → pengupasan → perendaman → perajangan → pengeringan → penggilingan → pengujian.

Blansing, bertujuan untuk menginaktifkan enzim yang terdapat didalam buah tancang sehingga tanin yang dibebaskan berkurang. Pada penelitian ini blansing dilakukan dengan cara buah tancang direndam dalam air panas suhu 95-100 °C dengan variabel waktu perendaman selama 5 menit; 7,5 menit; 10 menit; 15 menit.

Dari masing-masing blansing dilanjutkan dengan variabel pengupasan dan tanpa pengupasan. Dari masing-masing perlakuan dilanjutkan dengan variabel perendaman dan tanpa perendaman (sebagai pembanding). Perendaman dilakukan dengan air bersih selama 2 hari dan setiap 6 jam air rendaman diganti dengan air bersih. Dari masing-masing perlakuan buah tancang ditiriskan kemudian dirajang dengan ketebalan ± 0,5 cm, kemudian dikeringkan dalam almari pengering pada suhu 60 °C sampai kering (±30 jam). Selanjutnya digiling dengan mesin penggiling untuk dijadikan tepung. Sebagai ilustrasi, perlakuan percobaan serta jenis tepung yang dihasilkan dalam penelitian ini tertera dalam tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Percobaan dan Jenis Tepung yang Dihasilkan

Waktu blansing (menit)	Perlakuan Percobaan	Kode Tepung Yang Dihasilkan
5	Kupas, Rendam	Ed 1
5	Kupas, Tanpa rendam	Ed 2
5	Tanpa kupas, Rendam	Ed 3
5	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 4
7,5	Kupas, Rendam	Ed 5
7,5	Kupas, Tanpa rendam	Ed 6
7,5	Tanpa kupas, Rendam	Ed 7
7,5	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 8
10	Kupas, Rendam	Ed 9
10	Kupas, Tanpa rendam	Ed 10
10	Tanpa kupas, Rendam	Ed 11
10	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 12
15	Kupas, Rendam	Ed 13
15	Kupas, Tanpa rendam	Ed 14
15	Tanpa kupas, Rendam	Ed 15
15	Tanpa kupas, Tanpa rendam	Ed 16

Pengujian hasil percobaan

Tepung yang dihasilkan dikemas dan diuji kualitasnya meliputi parameter: warna tepung, kadar tanin, HCN, karbohidrat, cemaran logam dan cemaran mikroba. Pengujian warna tepung dievaluasi dengan metoda Hedonik Rating Test dengan nilai sangat suka=5, lebih suka=4, suka=3, kurang suka=2, tidak suka=1. Warna tepung terpilih apabila diperoleh nilai tertinggi. Parameter karbohidrat, cemaran logam dan cemaran mikroba mengacu kepada metoda uji SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman. Kandungan tanin diuji secara Spektrofotometri (mengacu AOAC 2012), sedangkan HCN secara Kolorimetri. Hasil uji yang diperoleh dievaluasi dengan mengacu

kepada Persyaratan Mutu Tepung Singkong (SNI 01-2997-1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan warna tepung

Hasil pengamatan warna tepung pada ekstraksi dingin tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Warna Tepung pada Ekstraksi Dingin

Kode Tepung	Nilai Rating	Kode Tepung	Nilai Rating
Ed.1	32	Ed.9	67
Ed.2	42	Ed.10	44
Ed.3	30	Ed.11	35
Ed.4	43	Ed.12	43
Ed.5	80	Ed.13	70
Ed.6	64	Ed.14	39
Ed.7	50	Ed.15	28
Ed.8	41	Ed.16	26

Secara umum, tepung tancang berwarna kecoklatan. Warna coklat yang terbentuk karena adanya reaksi oksidatif oleh enzim polifenol oksidase terhadap senyawa fenolik yang terkandung didalam buah tancang yang keluar apabila bahan terluka. Pada tahap awal terjadi reaksi hidrosilase monofenol menjadi difenol selanjutnya oksidasi difenol menjadi kuinon yang berkontribusi berwarna kuning, oranye dan coklat. Fungsi utama blansing adalah menginaktifkan enzim yang dapat menyebabkan perubahan warna sehingga tidak terjadi oksidasi senyawa phenol menjadi senyawa kuinon yang berwarna coklat. Beberapa enzim oksidatif yang menjadi inaktif pada proses blansing antara lain peroksidase, katalase, polifenol oksidase, lipoksigenase. (<https://blog.ub.ac.id/arinia/2013/06/19/blansing/>, diakses tgl. 11 Nopember 2015).

Hasil pengamatan warna tepung pada penelitian ini (tabel 2), menunjukkan bahwa warna tepung dengan nilai rating tinggi yaitu tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt dilanjutkan dengan dikupas dan direndam) nilai rating 80; Ed.13 (blansing 15 mnt, dilanjutkan dengan dikupas dan direndam) nilai rating 70; dan Ed.9 (blansing 10 mnt, dilanjutkan dengan dikupas dan direndam) nilai rating 67. Nilai panelis pada ketiga jenis tepung tersebut lebih tinggi dari jenis lainnya, disebabkan setelah diblansing dan dikupas, enzim polifenol oksidase yang terdapat didalam daging buah tidak aktif sehingga hanya sedikit senyawa kuinon terbentuk yang menyebabkan tepung yang dihasilkan berwarna putih kecoklatan.

Adanya perlakuan pengupasan setelah blansing, tanin yang masih tersisa didalam buah tancang akan berdifusi keluar pada saat perendaman sehingga adanya

pengupasan berpengaruh positif terhadap warna tepung yang dihasilkan yaitu warna tepung lebih cerah. Dari ke 3 jenis tepung tersebut, tepung dengan blansing 7,5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman merupakan tepung dengan nilai rating tertinggi. Hal ini kemungkinan waktu blansing selama 7,5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman merupakan waktu yang optimal dalam menekan aktifitas enzim polifenol oksidase. Warna tepung putih kecoklatan merupakan tepung dengan derajat keputihan yang rendah tetapi dalam aplikasi untuk pengolahan pangan tidak memerlukan pewarna makanan (Purnobasuki, 2011).

Pengamatan Tanin, HCN dan Karbohidrat

Hasil pengujian Tanin, HCN dan Karbohidrat dalam penelitian ini tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tanin, HCN dan Karbohidrat pada Tepung Tancang

Kode Tepung	Kadar Karbohidrat (%)	Kadar Tanin (mg/kg)	Kadar HCN (mg/kg)
Ed.1	72,42	326,89	19,55
Ed.2	72,66	478,37	11,94
Ed.3	72,77	520,62	10,75
Ed.4	73,73	325,36	5,24
Ed.5	79,57	287,43	8,05
Ed.6	77,79	516,02	7,42
Ed.7	76,06	542,87	6,9
Ed.8	76,28	570,02	8,41
Ed.9	76,46	300,54	7,94
Ed.10	75,41	449,59	8,77
Ed.11	78,12	505,94	6,38
Ed.12	76,5	548,87	8,1
Ed.13	78,2	296,81	7,68
Ed.14	77,18	458,81	5,45
Ed.15	76,72	517,09	7,94
Ed.16	75,94	495,06	5,04

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa pada ekstraksi dingin dengan 4 jenis waktu blansing, kadar tanin rendah (≤ 300 mg/kg) dihasilkan pada tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt dilanjutkan dengan pengupasan dan perendaman) kadar tanin 287,43 mg/kg; tepung Ed.9 (blansing 10 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman) kadar tanin 300,54 mg/kg; tepung Ed.13 (blansing 15 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman) kadar tanin 296,81 mg/kg; sedangkan tepung pada blansing 5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman kadar taninnya cukup tinggi yaitu interval 325,36- 570,01 mg/kg.

Dilakukannya pengupasan kulit setelah blansing, dan dilanjutkan dengan perendaman didalam air bersih dengan diganti air rendaman setiap 6 jam selama 2 hari merupakan proses ekstraksi dingin dengan ulangan sebanyak 6 kali. Adanya penggantian air untuk perendaman sampai 6 kali mempercepat dan meningkatnya jumlah tanin yang larut ke dalam air rendaman sehingga sisa tanin yang tertinggal di dalam tepung yang dihasilkan sedikit/kecil dari pada tepung dengan perlakuan lainnya. Dikaitkan dengan persyaratan mutu (SNI) tepung pada umumnya, belum ada informasi tentang persyaratan mutu tanin didalam tepung untuk bahan makanan Apabila dikaitkan dengan Acceptable Daily Intake (ADI) yang merupakan batasan berapa banyak konsumsi bahan tambahan makanan setiap hari yang dapat diterima dan dicerna setiap hari tanpa mengalami resiko kesehatan ditetapkan nilai ADI tanin yaitu 560 mg/kg berat badan/hari, Berdasar atas argumen diatas kandungan tanin ke 3 jenis tepung tersebut dapat dinyatakan aman dikonsumsi sebagai bahan pangan. Dari ke 3 jenis tepung tersebut, tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt dilanjutkan pengupasan dan perendaman) mengandung sisa tanin yang paling rendah yaitu 287,43 mg/kg, sehingga dapat digunakan acuan dalam proses pengolahan tepung dari buah tancang dalam skala kecil maupun skala industri. Hal ini karena pada blansing selama 7,5 mnt; merupakan waktu yang optimal yang mana aktivitas enzim oksidatif paling lemah sehingga tanin yang terdapat didalam tepung yang dihasilkan paling sedikit.

Pada pengolahan buah tancang dalam berbagai variasi selain pengupasan dan perendaman pada blansing selama 5 mnt, kadar tanin didalam tepung yang dihasilkan relatif tinggi yaitu 325,36- 520, 62 mg/kg tepung. Sedangkan pada blansing 7,5 mnt kadar tanin tinggi pada interval 516,02-570,02 mg/kg, pada blansing 10 mnt kadar tanin tinggi 449,59-548,87 mg/kg tepung dan pada blansing 15 mnt kadar tanin tinggi 458,81-517,09 mg/kg; yang mana bahan baku setelah diblansing bervariasi antara dikupas, tanpa direndam; tanpa dikupas, direndam; tanpa dikupas, tanpa direndam. Tingginya kadar tanin pada beberapa jenis tepung tersebut karena masih adanya kulit buah tancang (tidak dikupas) lebih keras dari daging buahnya sehingga menghambat larutnya tanin pada air saat perendaman. Sebagai pembanding, yaitu buah tancang tanpa dikupas, direndam dan tanpa dikupas, tanpa direndam yang mana tepung yang dihasilkan kandungan tanin masih cukup tinggi. Berdasar pada kadar tanin pada tepung pembanding

serta menjaga keamanan bahan makanan, pada pengolahan tepung tancang disarankan setelah blansing untuk dilakukan pengupasan dan perendaman.

Kadar HCN pada tepung yang dihasilkan pada ekstraksi dingin, pada interval 5,03 – 19,55 mg/kg. Sebagai zat antinutrisi keberadaan HCN dalam bahan makanan tidak boleh melebihi batas maksimal yang ditetapkan dengan mengacu kepada syarat mutu Tepung Singkong (SNI 01-2997-1996) yaitu maksimal 40 mg/kg, sedangkan menurut Food and Agriculture Organization (FAO) ditetapkan HCN dalam makanan maksimal 50 ppm. Berdasar kepada persyaratan mutu SNI tersebut, kadar HCN yang terkandung dalam tepung hasil percobaan dengan ekstraksi dingin memenuhi syarat sebagai bahan pangan karena terdapat di dalam jumlah kecil, tidak melebihi persyaratan yang ditetapkan. Blansing pada 5 mnt, kadar HCN yang tertinggal didalam tepung yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 10,75-19,55 mg/kg (Ed.3-Ed.1). Hal ini kemungkinan aktivitas enzim glikosidase yang akan membebaskan HCN dari glikosida sianogenetik yang terdapat dalam buah tancang masih rendah sehingga HCN yang tersisa didalam tepung yang dihasilkan cukup tinggi, kecuali pada tepung Ed.4 sisa HCN cukup rendah yaitu 5,24 mg/kg (kemungkinan sebagian buah tancang yang digunakan belum tua shg kandungan glikosida sianogenetik masih rendah). Pada blansing 7,5 mnt dan blansing 10 mnt, kadar HCN didalam tepung dari masing-masing perlakuan pada interval 6,90-8,41 mg/kg dan 6,38-8,77 mg/kg. Dari kedua jenis waktu blansing tsb, kadar HCN didalam tepung yang dihasilkan hampir sama, hal ini kemungkinan aktivitas enzim glikosidase hampir sama pada blansing 7,5 mnt dan 10 mnt. Pada blansing 15 mnt kadar HCN pada tepung yang dihasilkan cenderung lebih rendah dari pada blansing 7,5 mnt dan 10 mnt yaitu 5,04-7,94 mg/kg. Hal ini kemungkinan waktu blansing lebih lama akan meningkatkan aktivitas enzim glukosidase sehingga HCN didalam tepung lebih rendah.

Untuk mencegah kerusakan buah tancang dan untuk mendapatkan bahan baku yang aman, maka pengolahan buah tancang menjadi bentuk tepung merupakan alternatif yang perlu dilakukan mengingat buah tancang kandungan air cukup tinggi. Hasil pengujian buah tancang oleh lab BBTPI (2013) mengandung air 46,08%; abu 1,25%; lemak 0,50%; protein 2,81%; serat kasar 2,81%; karbohidrat 46,83%; tanin 43,28mg/kg dan HCN 4,51 mg/kg.

Kadar karbohidrat yang dihasilkan pada ekstraksi dingin pada interval 72,42 – 79,57 %, sedangkan kadar karbohidrat

tertinggi dihasilkan pada perlakuan blansing 7,5 mnt; dikupas dan direndam, tepung yang dihasilkan dengan kadar karbohidrat paling tinggi yaitu 79,57 %. Hal ini karena blansing selama 7,5 mnt pada pemanasan $\pm 95^{\circ}\text{C}$ tidak berpengaruh terhadap sifat-sifat pati baik amilosa maupun amilopektin didalam tepung tancang yang dihasilkan sehingga karbohidrat yang dihasilkan tinggi. Kandungan karbohidrat cukup tinggi menandakan bahwa tepung buah tancang mempunyai nilai kalori cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pangan alternatif berbasis karbohidrat. Karbohidrat sangat penting untuk memenuhi kecukupan kalori terbesar selain dari protein dan lemak. Menurut Brisske et al (2004), karbohidrat penyumbang > dari 50% kalori dengan nilai 4 kkal/g karbohidrat. Pada penelitian ini kadar karbohidrat yang diperoleh < dari penelitian yang dilakukan oleh IPB Bogor yaitu 90,05 % (Purnobasuki, 2011). Hal ini kemungkinan pengaruh dari tempat tumbuh, umur panen dan proses pengolahan

Pengujian Cemar Logam

Hasil pengujian cemaran logam pada tepung Ed.5 (blansing 7,5 mnt, dikupas dan direndam) yang mengandung tanin terendah, tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Cemaran Logam pada Tepung Tancang Ed.5

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan Kualitas Tepung Singkong (SNI 01-2997-1996)	Hasil Pengujian
Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0	0,54
Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 10,0	3,06
Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05	< 0,001
Arsen (As)	mg/kg	maks 0,5	< 0,005

Dari tabel 4 dapat dinyatakan bahwa tepung tancang Ed.5 (blansing 7,5 mnt dengan dikupas dan direndam) kandungan logam berat tidak melebihi dari persyaratan mutu Tepung singkong. Adanya logam-logam tersebut didalam tepung tancang disebabkan adanya penyerapan logam-logam berat oleh akar pada saat pertumbuhan pohon mangrove didaerah pantai. Dari beberapa perlakuan ekstraksi dingin pada pengolahan tepung tancang dalam skala kecil maupun menengah, setelah blansing sebaiknya dilakukan pengupasan dan perendaman untuk mencegah meningkatnya kandungan logam berat. Selain didalam daging buah, logam berat dimungkinkan juga terdapat didalam kulit buah sehingga apabila tanpa pengupasan,

kandungan logam berat didalam tepung yang dihasilkan lebih banyak dari pada didalam tepung dengan pengupasan.

Sedangkan hasil uji Cemaran Mikroba pada tepung tancang Ed.5, yang mengandung tanin terendah tertera pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian Cemaran Mikroba pada Tepung tancang Ed.5

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan kualitas Tepung singkong (SNI 01-2997-1996)	Hasil Pengujian
Angka Lempeng E Coli	koloni/g	maks $1,0 \times 10^6$	$2,6 \times 10^4$
Jamur	koloni/g	10	< 3
		Maks $1,0 \times 10^4$	10

Dari tabel 5 dapat dinyatakan bahwa tepung tancang pada blansing 7,5 mnt dengan dikupas dan direndam, kandungan mikroba tidak melebihi dari persyaratan mutu Tepung singkong, sehingga tepung ini layak digunakan sebagai bahan pangan. Untuk meningkatkan keawetan tepung hasil penelitian ini dan mencegah terkontaminasi, pengeringan merupakan faktor yang penting sehingga harus dikendalikan kadar air tidak lebih dari 12 % (persyaratan SNI 01-2997-1996) dan dikemas dengan bahan kemas yang sesuai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemisahan Tanin dan HCN secara ekstraksi dingin pada pengolahan tepung buah tancang diperoleh kondisi optimal pada blansing 7,5 menit dilanjutkan dengan pengupasan dan perendam, dihasilkan pengujian kadar tanin 287,43 mg/kg; HCN 8,05 mg/kg dan karbohidrat 79,57 %.. Pada blansing 5 mnt, 10 mnt dan 15 mnt pengolahan tepung buah tancang tidak efektif. Pada pengujian tanin, HCN, cemaran logam dan cemaran mikroba, memenuhi persyaratan mutu tepung Singkong sehingga aman untuk bahan makanan.

Disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan metoda yang tepat dalam pengolahan tepung buah tancang tanpa pengupasan kulitnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Disampaikan ucapan terimakasih kepada Bapak Subandriyo, S.Si, M.Si (Alm) yang telah berperan aktif dalam tim sehingga penelitian ini dapat diselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Awika JM, Yang LY, Browning JD, and Faraj A, 2009. *Comparative Antioxidant, Antiproliferativ and Phase II Enzyme Inducing Potential of Sorghum (Sorghum bicolor) Varieties*. *LWT-Food Science and Technology Journal*.42:1041-1046.
- Brisske LK, Lee SY, Klein BP, and Cadwallder KR.2004. *Development of a Prototype High-Energy, Nutrient-Dense Food Product for Emergency Relief*. Univ.of Illionis Urbana-Champaign.
- Bengen.D,2002. *Sinopsis Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB.
- Bernasconi et al. 1995. *Teknologi Kimia. Bag 2*, PT Pranya Paramita. Jakarta, hal 177-188.
- BSN.1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*, SNI 01-2891-1992. BSN. Jakarta.
- BSN. 1996. *Syarat Mutu Tepung Singkong*, SNI 01-2997-1996. BSN, Jakarta.
- Fortuna, James de. 2005. *Ditemukan Buah Bakau sebagai Makanan Pokok*. <http://www.tempointeraktif.com>.
- Hagerman AE. 2002. *Tannin Chemistry*. Departement Chemistry and Biochemistry, Miami University. Oxford, USA.
- Purnobasuki. H. 2011. *Potensi Mangrove sebagai Tanaman Obat*. <http://www.uajy.ac.id/biota/abstrak/2004>, diakses tanggal 3 November 2014.
- Smith, A.H, E.Zoetendal, R.I.Mackie.2003. *Bacterial Mechanisms to overcome Inhibitory Effect of Dietary Tannins*. *Microb. Ecol.* 50:197-205.
- SNI 01-2891-1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*, Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sulistiyawati, Wignyanto, S.Kumalaningsih. 2012. *Produksi Tepung Buah Lindur (Gruguiera gymnorhiza) Rendah Tanin dan HCN sebagai Bahan Pangan Alternatif*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.13 No 3. Hal. 187-198.
- Winarno. FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. (<https://blog.ub.ac.id/arinia/2013/06/19/blansing/>, diakses tgl. 11 Nopember 2015).
-

