

OPTIMALISASI TAHAP HIDROLISIS- ASIDOGENESIS PROSES PEROMBAKAN LIMBAH ORGANIK PERIKANAN

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Calvin Lexy Bansaleng

31130024

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Optimalisasi Tahap Hidrolisis-Asidogenesis Proses Perombakan

Limbah Organik Perikanan

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

CALVIN LEXY BANSALENG

31130024

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada 31 Januari 2018

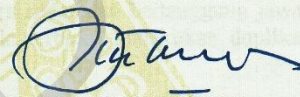
Nama Dosen

Tanda Tangan

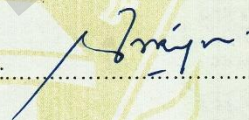
1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU
(Ketua Tim/Dosen Penguji)



2. Dr. Guntoro
(Dosen Pembimbing 1/Dosen Penguji)



3. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc
(Dosen Pembimbing 2/Dosen Penguji)



Yogyakarta, 31 Januari 2018

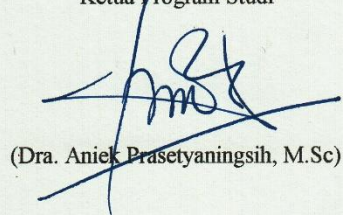
Disahkan oleh:

Dekan

Ketua Program Studi



(Drs. Kisworo, M.Sc)



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Sc)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Calvin Lexy Bansaleng

NIM : 31130024

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Optimalisasi Tahap Hidrolisis-Asidogenesis Proses Perombakan
Limbah Organik Perikanan”**

Adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah saya tulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 31 Januari 2018



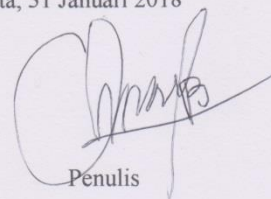
Calvin Lexy Bansaleng

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberi kekuatan, kesehatan, hikmat, dan kebijaksanaan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Optimalisasi Tahap Hidrolisis-Asidogenesis Proses Perombakan Limbah Organik Perikanan”. Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana. Skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Drs. Kisworo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana.
 2. Dr. Guntoro, selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, bantuan, pengetahuan, motivasi, dan teladan yang baik kepada penulis sejak awal proses seminar, proposal, penelitian dan penulisan skripsi hingga boleh terselesaikan dengan baik.
 3. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
 4. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Bioteknologi untuk semua pengajaran, pengalaman, dan bantuan yang boleh diberikan selama proses perkuliahan.
 5. Laboran Fakultas Bioteknologi, Hari Surahmanto dan Setyahadi yang telah banyak membantu penulis selama proses penelitian.
 6. Kedua Orang Tua, Eddy Bansaleng dan Vemmy Beatrix Dimana, pengorbanan, kesabaran, perhatian, dukungan, motivasi, penguatan, dan kasih sayang yang tulus sejak kecil hingga dewasa terutama selama proses penelitian skripsi. Oma Dortje Tahupia, Kakak Julian Bansaleng dan semua keluarga yang selalu memberikan semangat dan perhatian kepada penulis selama proses skripsi.
 7. Yumechris Amekan S.Si, M. Biotech yang sudah dengan tulus membantu, memberi pengetahuan serta motivasi kepada saya sejak awal proses seminar, proposal, penelitian, penulisan naskah hingga ujian skripsi.
 8. Saudara-saudara saya di perantauan dan teman-teman Bioteknologi Angkatan 2013 terima kasih atas segala kebersamaan, tolong menolong, kritikdan saran selama menempuh jalannya perkuliahan.
- Kiranya skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan yang baik bagi pembaca.
Terima Kasih.

Yogyakarta, 31 Januari 2018



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Limbah Ikan.....	3
2.2 Digesti Anaerobik	4
2.2.1 Hidrolisis	5
2.2.2 Asidogenesis.....	5
2.2.3 Acetogenesis.....	5
2.2.4 Methanogenesis	6
2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Digesti Anaerob	6
2.3.1 Suhu	6
2.3.2 pH (Derajat Keasaman)	7
2.3.3 <i>Solid Contents</i>	7
2.3.4 <i>OLR (Organic Loading Rate)</i>	7
2.3.5 <i>Retention Time</i> (waktu tinggal)	7
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Desain Penelitian	8
3.3 Variabel Penelitian	8

3.4 Alat dan Bahan Penelitian	8
3.4.1 Alat	8
3.4.2 Bahan	10
3.5 Tahap Pembuatan Inokulum (<i>Starter</i>)	10
3.6 Tahap Pembuatan Reaktor Biogas	11
3.7 Tahap Karakterisasi.....	11
3.8 Pengambilan Sampel.....	12
3.9 Pengukuran Parameter.....	12
1. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	12
2. pH	12
3. Gula Reduksi	12
4. Total VFA (<i>Volatile Fatty Acid</i>).....	13
5. BOD (<i>Biologycal Oxygen Demand</i>).....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Isolasi Konsorsium Mikrobial Indigenus Limbah Cair Ikan.....	14
4.2 Pengaruh Jenis Inokulum dan Penambahan Nutrisi terhadap Nilai COD Limbah Cair Ikan.....	16
4.3 Pengaruh Jenis Inokulum dan Penambahan Nutrisi Terhadap Nilai BOD Limbah Cair Ikan.....	18
4.4 Pengaruh Jenis Inokulum dan Penambahan Nutrisi Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Limbah Cair Ikan.....	20
4.5 Pengaruh Jenis Inokulum dan Penambahan Nutrisi Terhadap Nilai Total <i>Volatile Fatty Acid</i> Limbah Cair Ikan.....	21
4.6 Pengaruh Jenis Inokulum dan Penambahan Nutrisi Terhadap Nilai Gula Reduksi Limbah Cair Ikan.....	22
4.7 Pengaruh Jenis Inokulum dan Penambahan Nutrisi Terhadap Pembentukan Biogas.....	23
BAB V KESIMPULAN.....	25
5.1 Kesimpulan	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Digesti-Anaerobik (Shi C, 2012)	4
Gambar 3.1. <i>Design</i> Reaktor Biogas.....	9
Gambar 3.2. <i>Design</i> Inkubator (Perspektif)	9
Gambar 3.3. <i>Design</i> Inkubator (Tampak Depan)	10
Gambar 3.4. <i>Design</i> Inkubator (Tampak Samping)	10
Gambar 4.1. Pertumbuhan mikrobial indigenous limbah cair ikan pada media Nutrient Agar (NA) pada pengenceran 10^{-5} , 10^{-6} dan 10^{-7}	14
Gambar 4.2. Pertumbuhan koloni mikrobial indigenous limbah cair ikan pada media Nutrient Agar (NA) dengan metode <i>streak</i>	14
Gambar 4.3. Perlakuan kondisi suhu berbeda pada mikrobial yaitu suhu 25, 30, 37, dan 45°C ditumbuhkan pada media Nutrient Broth (NB)	15
Gambar 4.4. Dinamika Nilai COD Selama 40 Hari Waktu Inkubasi pada Reaktor.....	17
Gambar 4.5. Dinamika Nilai BOD Selama 40 Hari Waktu Inkubasi pada Reaktor.....	19
Gambar 4.6. Dinamika Nilai Total VFA Selama 40 Hari Waktu Inkubasi pada Reaktor	21
Gambar 4.7. Dinamika Nilai Gula Reduksi Selama 40 Hari Waktu Inkubasi pada Reaktor	23
Gambar 4.8. Dinamika Nilai Pembentukan Biogas Selama 40 Hari Waktu Inkubasi pada Reaktor	24

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Perikanan (Omill F dkk., 2012)	3
Tabel 3.1. Karakter Limbah Cair Ikan.....	11
Tabel 4.1. Jumlah biomassa mikrobial pada tiap perlakuan suhu.....	15
Tabel 4.2. Persentase penurunan nilai COD pada tiap perlakuan selama proses hidrolisis – asidogenesis	17
Tabel 4.3. Persentase penurunan nilai BOD pada tiap perlakuan selama proses hidrolisis – asidogenesis	19
Tabel 4.4. Nilai pH substrat limbah cair ikan dalam 8 kali waktu pengamatan	20
Tabel 4.5. Persentase penurunan jumlah gula reduksi pada tiap perlakuan selama proses hidrolisis – asidogenesis	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data pH	29
Lampiran 2. Data Total VFA	29
Lampiran 3. Data Gula Reduksi	29
Lampiran 4. Data COD	29
Lampiran 5. Data BOD	30
Lampiran 6. Data Produksi Biogas	30
Lampiran 7. Langkah Kerja Pembuatan Kurva Standar Gula Reduksi	30
Lampiran 8. Langkah Kerja Pembuatan Kurva Standar COD	31
Lampiran 9. Komposisi Air Pangencer untuk BOD	32
Lampiran 10. Gambar Reaktor	33
Lampiran 11. Manometer Reaktor dan Termometer pada Reaktor	34
Lampiran 12. Konsorsium Mikrobial Indigen Limbah Cair Ikan, Indigen Lindi, dan Konsorsium Mikrobial Campuran pada media NB	34
Lampiran 13. Ekstrak Nanas	34
Lampiran 14. Ekstrak Tauge	35
Lampiran 15. Larutan Campuran Vitamin A, B-Kompleks, dan Vitamin C	35

OPTIMALISASI TAHAP HIDROLISIS-ASIDOGENESIS PROSES PEROMBAKAN LIMBAH PERIKANAN

Calvin Lexy Bansaleng

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

E-mail : calvinapink@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair industri perikanan adalah salah satu sumber pencemar yang mempunyai dampak serius terhadap lingkungan, karena mengandung bahan organik yang tinggi yaitu, COD 8900 mg/L, BOD 1100 mg/L, TSS 690 mg/L, TDS 3320 mg/L, *Volatile Fatty Acid* 230 mg/L, dan nilai pH 6.4, serta senyawa *Trimethylamine* yang dapat menimbulkan bau tidak sedap. Limbah cair industri perikanan perlu diolah supaya tidak mencemari badan air yang menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air sehingga mengakibatkan kematian terhadap ikan dan tumbuhan air. Penelitian ini menguji pengaruh penambahan nutrisi terhadap proses hidrolisis-asidogenesis perombakan limbah organik menggunakan inokulum indigenous limbah cair industri perikanan dan kombinasi dengan limbah asal lindi. Dalam penelitian ini, isolat konsorsium mikrobial indigenous limbah cair industri perikanan dengan penambahan nutrisi (vitamin, mineral dan enzim hidrolase) mampu melakukan perombakan bahan organik limbah cair industri perikanan dilihat dari penurunan nilai COD dan BOD limbah cair ikan sebesar 64,90% dan 69,70% sedangkan isolat konsorsium kombinasi hanya mampu menurunkan nilai COD dan BOD limbah cair ikan sebesar 33,64% dan 63,39%.

Kata Kunci : Digesti anaerob, Hidrolisis, Asidogenesis, Limbah Industri Perikanan

OPTIMALIZATION OF HYDROLYSIS-ACIDOGENESIS STAGE IN THE DEGRADATION PROCESS OF WASTEWATER OF FISH INDUSTRY

Calvin Lexy Bansaleng

Department of Biology, Faculty of Biotechnology, Duta Wacana Christian University

Email: calvinapink@gmail.com

ABSTRACT

Wastewater from fishery industry is one of the pollutants sources that has a serious impact on the environment, because it contains high organic matter which is COD 8900 mg/L, BOD 1100 mg/L, TSS 690 mg/L, TDS 3320 mg/L, Volatile Fatty Acid 230 mg/L, pH 6.4, and Trimethylamine compounds that can cause unpleasent odors. This wastewater needs to be treated in order not to contaminate the water bodies that can cause the depletion of dissolved oxygen in the water and cause the death of fish and aquatic plants. This research examined the effect of additional nutrients on the hydrolysis-acidogenesis process in decreasing the organic matter using indigenous inoculum from wastewater and combination inoculum from leachate. In this study, the isolated microbial indigenous consortium of the wastewater with the addition of nutrients (vitamins, minerals, and hydrolase enzymes) can degrade the organic materials from wastewater based on the reducing of COD and BOD value which is 64.90% and 69.70% while the isolated combination consortium with the additon of nutrients (vitamins, minerals, and hydrolase enzymes) can only reduce the COD and BOD value up to 33.64% dan 63.39%.

Keywords: Anaerobic Digestion, Hydrolysis, Acidogenesis, Wastewater, Fish Industry

OPTIMALISASI TAHAP HIDROLISIS-ASIDOGENESIS PROSES PEROMBAKAN LIMBAH PERIKANAN

Calvin Lexy Bansaleng

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

E-mail : calvinapink@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair industri perikanan adalah salah satu sumber pencemar yang mempunyai dampak serius terhadap lingkungan, karena mengandung bahan organik yang tinggi yaitu, COD 8900 mg/L, BOD 1100 mg/L, TSS 690 mg/L, TDS 3320 mg/L, *Volatile Fatty Acid* 230 mg/L, dan nilai pH 6.4, serta senyawa *Trimethylamine* yang dapat menimbulkan bau tidak sedap. Limbah cair industri perikanan perlu diolah supaya tidak mencemari badan air yang menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air sehingga mengakibatkan kematian terhadap ikan dan tumbuhan air. Penelitian ini menguji pengaruh penambahan nutrisi terhadap proses hidrolisis-asidogenesis perombakan limbah organik menggunakan inokulum indigenous limbah cair industri perikanan dan kombinasi dengan limbah asal lindi. Dalam penelitian ini, isolat konsorsium mikrobial indigenous limbah cair industri perikanan dengan penambahan nutrisi (vitamin, mineral dan enzim hidrolase) mampu melakukan perombakan bahan organik limbah cair industri perikanan dilihat dari penurunan nilai COD dan BOD limbah cair ikan sebesar 64,90% dan 69,70% sedangkan isolat konsorsium kombinasi hanya mampu menurunkan nilai COD dan BOD limbah cair ikan sebesar 33,64% dan 63,39%.

Kata Kunci : Digesti anaerob, Hidrolisis, Asidogenesis, Limbah Industri Perikanan

OPTIMALIZATION OF HYDROLYSIS-ACIDOGENESIS STAGE IN THE DEGRADATION PROCESS OF WASTEWATER OF FISH INDUSTRY

Calvin Lexy Bansaleng

Department of Biology, Faculty of Biotechnology, Duta Wacana Christian University

Email: calvinapink@gmail.com

ABSTRACT

Wastewater from fishery industry is one of the pollutants sources that has a serious impact on the environment, because it contains high organic matter which is COD 8900 mg/L, BOD 1100 mg/L, TSS 690 mg/L, TDS 3320 mg/L, Volatile Fatty Acid 230 mg/L, pH 6.4, and Trimethylamine compounds that can cause unpleasent odors. This wastewater needs to be treated in order not to contaminate the water bodies that can cause the depletion of dissolved oxygen in the water and cause the death of fish and aquatic plants. This research examined the effect of additional nutrients on the hydrolysis-acidogenesis process in decreasing the organic matter using indigenous inoculum from wastewater and combination inoculum from leachate. In this study, the isolated microbial indigenous consortium of the wastewater with the addition of nutrients (vitamins, minerals, and hydrolase enzymes) can degrade the organic materials from wastewater based on the reducing of COD and BOD value which is 64.90% and 69.70% while the isolated combination consortium with the additon of nutrients (vitamins, minerals, and hydrolase enzymes) can only reduce the COD and BOD value up to 33.64% dan 63.39%.

Keywords: Anaerobic Digestion, Hydrolysis, Acidogenesis, Wastewater, Fish Industry

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah dapat menimbulkan dampak buruk jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Dampak buruk tersebut dapat berupa pencemaran terhadap air, tanah, maupun kesehatan. Salah satu limbah yang sering dibuang secara langsung ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu adalah limbah aktivitas pemotongan ikan. Limbah ini banyak ditemukan di tempat-tempat yang menjual ikan terutama pasar ikan dan warung makan. Pantai Depok merupakan salah satu tempat dimana banyak ditemukan limbah-limbah hasil pemotongan ikan baik padat maupun cair. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, jumlah limbah cair yang dihasilkan kurang lebih 20 L/hari tiap rumah makan, sehingga total limbah yang dihasilkan dapat mencapai 700 L/hari.

Limbah dari hasil pemotongan ikan mencemari lingkungan yang ada dan dapat menimbulkan bau tidak sedap serta dapat mengganggu kenyamanan pengunjung. Bau tersebut disebabkan oleh pembusukan daging yang melibatkan aktivitas enzim dimana terjadi pemecahan senyawa *Trimethylamine Oxide* (TMO) menjadi *Trimethylamine* (TMA) yang berlangsung menyebabkan timbulnya bau khas ikan. Disamping itu terjadi juga dekomposisi protein, KH, lipid secara enzimatis dan non-enzimatis, dan pertumbuhan mikroorganisme (Siti, 2010).

Selain itu pencemaran badan air oleh limbah ikan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air sehingga menyebabkan ikan dan tumbuhan air yang hidup di badan air tersebut kekurangan oksigen dan mengalami kematian (Dhiauddin F, 2014).

Limbah cair hasil pemotongan ikan mengandung COD 8900 mg/L, BOD 1100 mg/L, TSS 690 mg/L, TDS 3320 mg/L, *Volatile Fatty Acid* 230 mg/L, pH 6.4, dan *Oil and Grease* 400 mg/L. Kadar bahan organik yang tinggi membuat limbah ini potensial untuk menghasilkan biogas (Omil F dkk, 1995).

Produksi biogas tergantung dari substrat yang ditambahkan. Jenis substrat dan kondisi operasional yang diterapkan pada sebuah biodigester akan berpengaruh terhadap variasi spesies dan jumlah mikroorganisme pembentuk biogas. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah Industri Ikan secara biologi menggunakan digester anaerobik dengan optimalisasi tahap hidrolisis-asidogenesis.

Limbah ikan mengandung polimer protein tinggi sehingga diperlukan katalis exoenzim untuk menguraikan molekul kompleks menjadi sederhana (Martinez-Hernandez et al, 2010). Dalam hal ini diperlukan enzim proteolitik atau protease yang bekerja sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis protein. Enzim tersebut dapat diperoleh dari hewan, tanaman dan mikroorganisme, misalnya pepsin, tripsin, dan kimotripsin adalah protease-protease yang berasal dari mamalia (Supartono, 2004).

Bromelin adalah salah satu enzim proteolitik atau protease yang mengkatalisis reaksi hidrolisis penguraian protein menjadi asam-asam amino. Hidrolisis (hidro = air; lysis = mengendurkan atau gangguan/uraian) adalah penguraian molekul besar menjadi unit yang lebih kecil akibat masuknya molekul dalam degradasi protein, ikatan peptide terputus dengan penyisipan komponen air, -H dan -OH, pada rantai akhir (William et al. 2002). Bromelin dapat diperoleh dari nanas baik dari tangkai, kulit, daun, buah, maupun batang dalam jumlah yang berbeda. Kandungan enzim lebih banyak di bagian daging buahnya, hal ini ditunjukkan dengan aktivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas pada bagian batangnya (Supartono, 2004).

Menurut Hanifah (2001), efektifitas biodegradasi limbah organik menjadi metana dipengaruhi oleh aktifitas metabolik mikrobial. Dalam proses perombakan bahan organik sel anaerob, agent mikroorganisme pendegradasi memerlukan sumber karbon yang akan menyediakan energi, dan kerangka C untuk selnya, serta nitrogen, dan mineral yang dibutuhkan untuk melakukan perombakan. Inokulum indigenous limbah cair pemotongan ikan dan limbah air lindi akan dikombinasi untuk melihat pengaruh penggunaan dalam mendegradasi limbah industri ikan. Dukungan nutrisi seperti vitamin A, B-Kompleks, vitamin C, dan mineral serta ekstrak tauge dan ekstrak nanas sebagai sumber protease alami diperlukan untuk melihat pengaruh terhadap produksi biogas.

1.2 Perumusan Masalah

Apakah pemberian nutrisi tambahan berpengaruh terhadap proses hidrolisis-asidogenesis produksi biogas dari Limbah Organik Perikanan oleh inokulum tunggal maupun campuran?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh penggunaan inokulum dan penambahan nutrisi terhadap proses hidrolisis-asidogenesis perombakan limbah organik industri perikanan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberi informasi mengenai potesnsi substrat dan tambahan nutrisi untuk meningkatkan efektifitas terhadap proses hidrolisis-asidogenesis perombakan limbah organik industri perikanan.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Isolat konsorsium mikrobial indigenus limbah cair industri perikanan dengan penambahan nutrisi (vitamin, mineral dan enzim hidrolase) mampu melakukan perombakan bahan organik limbah cair industri perikanan dilihat dari penurunan nilai COD dan BOD limbah cair ikan sebesar 64,90% dan 69,70%.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, F., Okolie, J, 2005, "A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion", *Advances in Bioscience and Biotechnology*, no 6. pp. 505-512
- Ali Syah, F., Mahmood, Q., Shah, M.M., Pervez, A. dan Asad, S.A. 2014. Microbial Ecology of Anaerobic Digesters: The Key Players of Anaerobiosis. *The Scientific World Journal*. Vol 2014a
- APHA, 1995, *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*, 18th Ed., American Public Health Association, Washington D.C.
- Appels., Baeyens, J., Degreve, J. & Dewil, R., (2008) Principles and Potential of the Anaerobic Digestion of Waste-activated Sludge. *Progress in Energy and Combustion Science*. 34: 755-781.
- Bagus, I. N. 2008. Start-Up dan Perancangan Bioreaktor Anaerobik untuk Pengolahan Limbah Cair dengan Konsentrasi Garam Tinggi. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Devi A.O., Djumali M., Singgih W., Titi C.S., dan Wibowo M. 2012 Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba Indigenous Proteolitik dan Lipolitik. *Agrointek* (3) : 66-71.
- Dhiauddin, F,. 2014. Aplikasi Anaerobik Treatment pada Limbah Cair Ikan dengan Menggunakan Reaktor Mesophilic. Skripsi. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh.
- Drapcho CM, Nhuan NP, Walker TH. 2008. *Biofuels Engineering Process Technology*. United States: The McGraw-Hill Companies Inc
- Drapcho CM, Nhuan NP, Walker TH. 2008. *Biofuels Engineering Process Technology*. United States: The McGraw-Hill Companies Inc
- Elias, M., G. Wieczorek, S. Rosenne & D. S. Tawfik, 2014. The universality of enzymatic rate temperature dependency. *Trends Biochem. Sci*. 39:1-7
- Garcelon, J and Clark, J. 2000. *Waste Digester Design*. Civil Engineering Laboratory Agenda. University of Florida, USA.
- Hanifah,T A Christine Jose dan Titania T. Nugroho. 2001. Pengolahan Limbah Cair Tapioka Dengan Teknologi EM (Effective Mikroorganisms). *Jurnal Natur Indonesia III* (2): 95 – 103.
- Jensen, P.D., Hardin, M.T., dan Clarke, W.P. 2009. Effect of biomass concentration and inoculum source on the rate of anaerobic cellulose solubilization. *Bioresour Technol*. Vol 100:5219-5225
- Jorgensen, P.J., (2009) *Biogas-green energy*. Digsourc Denmark A/S, Denmark. 36p,
- Kayhanian, M. & Hardy, S,. (1994) The Impact of Four Design Parameters on the Performances of High-Solids Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste for Fuel Gas Production. *Environmental Technology*. 15 (6): 557-567.
- Knob, A & Carmona, E.C. 2008. Xylanase production by *Penicillium sclerotiorum* and its characterization. *World Applied Sciences Journal* 4(2): 277-283
- Kresnawaty, Irma., I. Susanti., Siswanto., dan Tri Panji. 2008. Optimasi produksi biogas dari limbah lateks cair pekat dengan penambahan logam. *Jurnal Menara Perkebunan*. Vol 76(1): 23-35.
- Lehninger AL. 1982. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1*. Suhartono MT, penerjemah. Jakarta: Erlangga
- Lone, M.A., M.R. Wani, N.A. Bhat, S.A. Sheikh and M.A. Reshi, 2012. Evaluation of cellulase enzyme secreted by some common and stirring rhizosphere fungi of *Juglans regia* L. by DNS method. *J. Enz. Res.*, 3: 18-22
- Martinez-Hernandez, J.L., Mata-Gomez, M.A., Aguilar-Gonzalez, C.N. & Ilyina, A., (2010) A Process to Produce Penicillin G Acylase by Surface-Adhesion Fermentation Using

- Mucor Griseocyanus to Obtain 6-aminopenicillanic Acid by Penicillin G Hydrolysis. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 160 (7): 2045-2053.
- Omil, F., Mendez, R., & Lema, J.M., 1995. Anaerobic Treatment of Seafood Processing Waste Waters in Industrial Anaerobic Pilot Plant. Department of Chemical Engineering, University of Santiago de Compostela, Spain.
- Parwira, W., Murto, M., Read, J.S., & Mattiansson, B., (2004) Profile of Hydrolases and Biogas Production During Two Stage Mesophilic Anaerobic Digestion of Solid Potato Waste. *Process Biochemistry*. 40 (9): 2945-2952.
- Pesoa, E., 2017. Optimalisasi Tahap Hidrolisis-Acidogenesis pada Proses Perombakan Bahan Organik Limbah Cair (Lidih). Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana.
- Purnomo Agus, 2010, Pengaruh Suhu dan Sumber Inokulum terhadap Produksi Biogas dari Limbah Makanan pada Perombakan Anaerob, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- River, L; E. Aspe; M. Roeckel dan M. C. Marti. 1998. evaluation of clean technology process in the marine product processing industry. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 73, 217-226.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2005. Kimia Organik, Sterokimia, Lemak, dan Protein. Yogyakarta :Gadjah Mada University Press
- Seadi, T.A., Rutz, D., Prassl, H., Kottner, M., Finsterwalder, T., Volk, S. & Janssen, R., (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark Esbjerg, Esbjerg. 125p.
- Shi, C., 2012. Potential Biogas Production from Fish Waste and Sludge. Degree Project for the Master Program in Water System Technology Water, Sewage and Waste Technology. Department of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology (KTH) SE-100 44 STOCKHOLM, Sweden.
- Siti, K., 2010. Pembusukan Ikan Segar Akibat Moraxella. Handbook. Sekolah Pasca Sarjana, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.
- Solmaz, A. & Peyruze, O., (2009) Biogas Production from Municipal Waste Mixed with Different Portions of Orange Peel. Master Thesis in the School of Engineering, University of Boras.
- Supartono. 2004. Karakterisasi Enzim Protease Netral dari Buah Nenas Segar. *Jurnal MIPA Universitas Negeri Semarang* 27 (2): 134-142.
- Vavilin, V. A. 2010. Anaerobic degradation of organic waste: An experience in mathematical modeling. *Microbiology*. Vol 79: 334
- Vavilin, V.A., Rytov, S.V., dan Lokshina, L.Y. 1996. A description of hydrolysis kinetics in anaerobic degradation of particulate organic matter. *Bioresour Technol* 56:229-237
- Verma, S., (2002) Anaerobic Digestion of Biodegradable Organics in Municipal Solid Wastes. Master Thesis in the Department of Earth & Environmental Engineering, Columbia University.
- Widodo, F. Wahyono, Sutrisno. 2012. Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik, Produksi VFA dan NH₃ Pakan Komplit dengan Level Jerami Padi Berbeda Secara In Vitro. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Semarang
- William VG & MS Hargrove. 2002. Using Bromelain in Pineapple Juice to Investigate Enzyme Function. On line at <http://www.ableweb.org/volumes/vol-23/16-glider.pdf> [accessed 5 Juli 2009]
- Wijekoon, Kaushalya. C; Visvanathan, Chettiyappan; Abeynayaka, Amila. 2011. Effect of Organic Loading Rate on VFA Production, Organic Matter Removal and Microbial Activity of a two stage Thermophilic Anaerobic Membrane Bioreactor. *Bioresource Technology* 102 (2011) 5353-5360
- Zakiah Nur, 2011, Pengaruh Penambahan Sludge pada Konversi Jerami Padi menjadi Biogas, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor