

Pertumbuhan Bakteri pada Limbah Cair Perikanan Secara Spontan

Spontaneous Growth of Bacteria in Fishery Liquid Waste

Devi Ambarwaty Oktavia^{1✉}, Dita Febrianti² & Vita Yanuar³

¹Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

²Direktorat Pelabuhan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Jakarta

³Universitas Antakusuma, Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah
Jl. Iskandar 63 Pangkalan Bun

✉Corresponding author: deviambarwaty@gmail.com

ABSTRAK

Penanganan limbah cair perikanan baik dalam bentuk padat maupun cair di Indonesia umumnya belum tertangani dengan baik sehingga berpotensi menyebabkan penurunan kualitas perairan. Hasil karakterisasi limbah cair surimi dan rajungan memperlihatkan bahwa limbah cair tersebut mempunyai beban protein dan lemak yang tinggi. Untuk itu perlu dilihat keberadaan bakteri pada kedua jenis limbah tersebut dan dilakukan pada tiga jenis media yang berbeda yaitu agar nutrisi, MSM *skim milk* (media spesifik pertumbuhan bakteri proteolitik) dan agar tributirin sebagai media spesifik pertumbuhan bakteri lipolitik. Hasilnya adalah bakteri tumbuh baik pada ketiga media yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua limbah terdapat bakteri proteolitik dan lipolitik. Jumlah bakteri tertinggi pada limbah cair rajungan adalah $4,3 \times 10^7$ CFU/mL ditunjukkan pada media proteolitik sedangkan limbah cair surimi adalah $4,5 \times 10^7$ CFU/mL ditunjukkan pada media lipolitik. Kadar lemak limbah cair surimi dan rajungan semakin meningkat selama masa pertumbuhan bakteri sebesar 0,067 mg/L pada jam ke-20. Kadar amonia limbah cair rajungan menurun pada jam ke-18 sebesar 2 mg/L, sedangkan menurun pada jam ke-9 ditunjukkan pada limbah cair surimi sebesar 1,8 mg/L. Kadar protein terlarut menurun pada jam ke-30, sedangkan kadar protein total mengalami penurunan pada jam ke-24 baik pada limbah cair surimi maupun rajungan.

Kata kunci: bakteri, limbah cair perikanan, spontan

Pendahuluan

Limbah cair dari sentra pengolahan rajungan menimbulkan bau busuk akibat dekomposisi lanjut dari protein yang kaya akan asam amino bersulfur (sistein) menghasilkan asam sulfida, gugus thiol, dan amonia. Limbah cair tersebut juga mengandung lipid (lemak) yang merupakan kelompok senyawa heterogen yang berkaitan baik secara aktual maupun potensial dengan asam lemak. Sifat dari lemak secara umum tidak larut dalam air, sehingga limbah yang mengandung lemak mempunyai dampak yang cukup besar dalam mengganggu ekosistem perairan. Lapisan lemak yang ada pada permukaan perairan akan menghalangi masuknya cahaya dalam badan air sehingga proses fotosintesis berlangsung terhambat dengan demikian kadar oksigen akan rendah yang akan menyebabkan organisme aerobik akan mati (Darmayasa, 2008). Aktivitas proses pengolahan perikanan menghasilkan sejumlah besar limbah organik dan hasil samping dari bagian ikan yang tak termakan serta bagian cangkang dari proses pengupasan rajungan. Limbah cair dari proses pengolahan perikanan umumnya mempunyai kandungan senyawa protein dan lemak yang tinggi. Limbah cair proses pengolahan perikanan mempunyai kandungan senyawa organik yang tinggi dan menghasilkan nilai BOD yang tinggi karena keberadaan darah, jaringan dan protein terlarut (Govere *et al.* 2011).

Pada limbah cair yang belum diolah, nitrogen dijumpai dalam bentuk nitrogen organik dan komponen ammonium. Nitrogen organik tersebut akan diubah oleh aktivitas mikroba menjadi ion ammonium. Bila kondisi lingkungan mendukung maka mikroba nitrifikasi akan mampu mengoksidasi amonia. Mikroba tersebut bersifat autotropik yaitu mendapatkan energinya melalui proses oksidasi dari ion ammonium atau nitrit yang tersedia. Konsentrasi amonia yang tinggi pada permukaan air akan menyebabkan kematian

ikan yang terdapat pada perairan tersebut. Keasaman air atau nilai pH-nya sangat mempengaruhi apakah jumlah amonia yang ada akan bersifat racun atau tidak. Pengaruh pH terhadap toksisitas amonia ditunjukkan dengan keadaan pada kondisi pH rendah akan bersifat racun bila jumlah amonia banyak, sedangkan pada pH tinggi, hanya dengan jumlah amonia yang rendahpun sudah akan bersifat racun. Toksisitas amonia juga tergantung dari jumlah amonia yang masuk dalam sel tumbuhan atau hewan (Effendi, 2003).

Pelaksana industri dituntut memiliki sistem pengolahan limbah yang baik dan telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Indonesia agar saat dibuang ke lingkungan tidak menyebabkan pencemaran (sesuai baku mutu lingkungan). Namun, untuk industri skala kecil (rumah tangga) hal tersebut masih belum terlaksana dengan baik karena belum memiliki sistem pengolahan limbah yang memadai dan kebanyakan limbah dari industri kecil (industri rumah tangga) langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan (Ken *et al.*, 2019). Dampak yang ditimbulkan limbah cair bagi lingkungan dan juga sektor industri adalah sangat penting sehingga perlu dipahami dasar-dasar teknologi pengolahan limbah cair. Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Apapun macam teknologi pengolahan air limbah domestik maupun agroindustri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat.

Secara alami, bakteri yang ada di dalam limbah cair pengolahan perikanan akan tumbuh dan memanfaatkan nutrisi yang ada di dalamnya, sehingga kandungan protein dan lemak yang ada terdegradasi menjadi senyawa-senyawa yang sederhana. Proses degradasi alami berlangsung sangat lambat dan pertumbuhan mikroba tidak dapat terkendali. Bakteri proteolitik dan lipolitik secara alami berperan dalam proses degradasi, karena itu jika bakteri proteolitik dan lipolitik yang potensial dapat diisolasi dan dimanfaatkan sebagai starter dalam proses biodegradasi aerobik maka akan meningkatkan efisiensi dalam proses penanganan limbah cair tersebut. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan bakteri proteolitik dan lipolitik secara spontan dalam mendegradasi protein dan lemak yang ada di dalam limbah cair pengolahan perikanan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan limbah cair pengolahan perikanan (surimi dan rajungan) yang diambil dari perusahaan pengolahan perikanan yang ada di Tegal dan Cirebon. Limbah cair ini diambil dari keluaran (*outlet*) pertama sebelum masuk ke dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Media yang digunakan untuk pengukuran pertumbuhan bakteri secara spontan adalah menggunakan media NA (*nutrient agar*) dan media selektif MSM *skim milk* untuk bakteri proteolitik serta agar tributirin untuk bakteri lipolitik.

Bahan-bahan kimia yaitu pewarna Lowry untuk analisis protein, metanol dan kloroform untuk analisis lemak metode Bligh dan Dyer (modifikasi Yunizal *et al.* 1998) dan reagan amonia dengan kualitas *pure analytic* (p.a).

Metode

Pengukuran Pertumbuhan Bakteri. Pengukuran pertumbuhan bakteri menggunakan limbah cair pengolahan perikanan terhadap bakteri yang ada di alam dalam media umum (*nutrient agar*) ataupun mikroba proteolitik dan lipolitik menggunakan media seleksi yang

mengandung *skim milk* (protease) atau trigliserida (lipase) dengan cara *Total Plate Count* (TPC). Pengamatan pertumbuhan bakteri ini dilakukan selama 72 jam dengan ulangan sebanyak 2 kali.

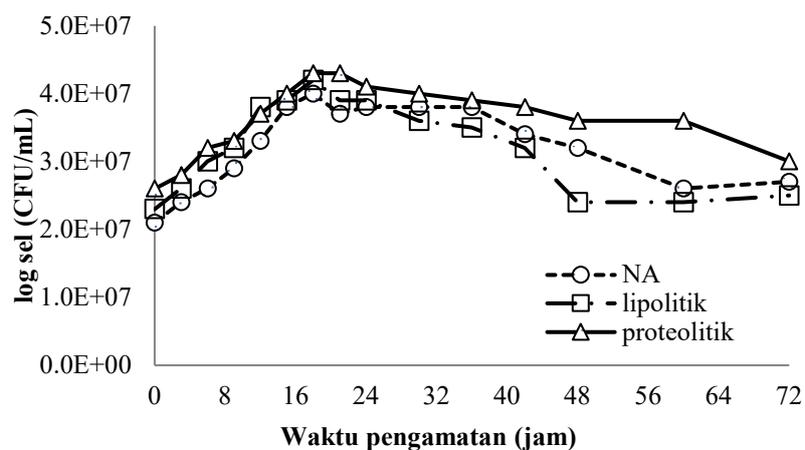
Pengukuran Kurva Pertumbuhan. Inkubasi dilakukan menggunakan *shaker incubator* kecepatan 100 rpm dan suhu 37°C selama 72 jam. Kurva pertumbuhan bakteri ditentukan dengan mengukur (*Optical Density/OD*) pada absorbansi 600 nm menggunakan spektrofotometer (Mongkoltharuk dan Dharmstithi, 2002).

Pengukuran kadar protein, lemak dan amonia. Analisis kadar protein menggunakan Metode Lowry, analisis kadar lemak metode Bligh and Dyer yang sudah dimodifikasi serta pengukuran konsentrasi amonia menggunakan metode Nessler.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan bakteri adalah cara mengidentifikasi dan mengerti terhadap laju pertumbuhan, seberapa cepatnya populasi mikroba meningkat atau menurun. Jika mungkin untuk mencapai atau mempertahankan kesetimbangan dan bagaimana mikroba tersebut stabil terhadap gangguan di sekitar kesetimbangan. Memungkinkan memetakan parameter pertumbuhan untuk nilai reproduksi mikroba (Gessler, 2003). Mikroorganisme yang terdapat di alam tidak hanya dalam bentuk tunggal melainkan campuran, oleh karena itu perlunya mengetahui pertumbuhan mikroba untuk melihat kemampuannya dalam mendegradasi bahan organik ataupun non organik.

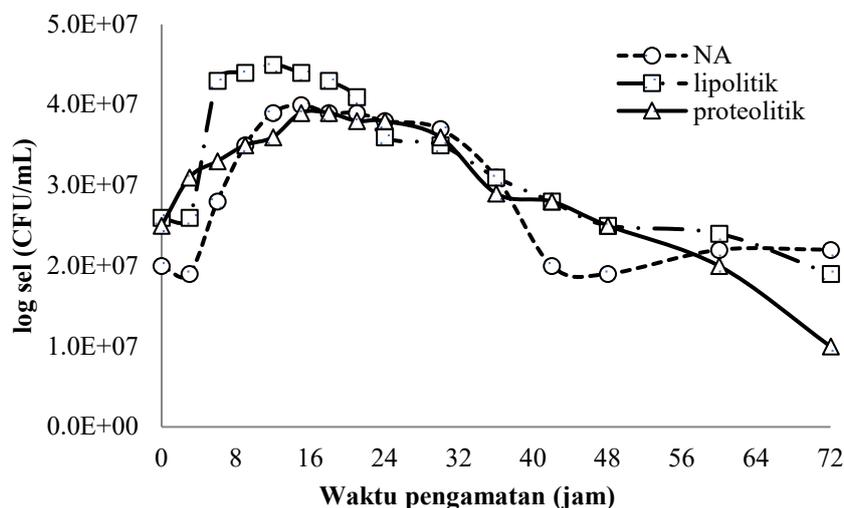
Pertumbuhan bakteri bertujuan untuk mengetahui jumlah bakteri yang ada di dalam suatu limbah dan menjadi informasi awal bakteri apa saja yang ada pada limbah tersebut. Hasil karakterisasi limbah cair surimi dan rajungan memperlihatkan bahwa limbah mempunyai beban protein dan lemak yang tinggi, untuk itu perlu dilihat keberadaan bakteri pada kedua jenis limbah tersebut dan dilakukan pada tiga jenis media yang berbeda yaitu agar nutrisi, MSM *skim milk* (media selektif pertumbuhan bakteri proteolitik) dan agar tributirin sebagai media selektif pertumbuhan bakteri lipolitik.



Gambar 1. Pertumbuhan bakteri secara spontan pada limbah cair rajungan

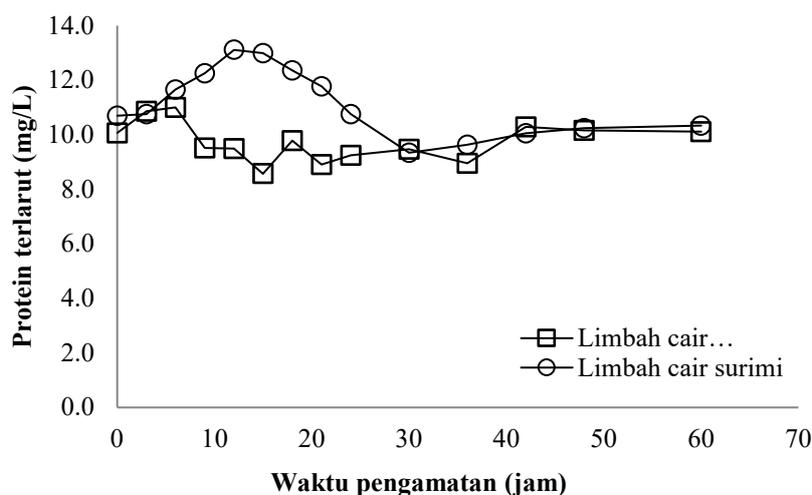
Berdasarkan kurva pertumbuhan diketahui bahwa bakteri proteolitik memiliki waktu pertumbuhan optimal pada jam ke 8-12 masa inkubasi. Sedangkan bakteri lipolitik optimal pada jam ke 4-8 masa inkubasi. Sementara itu, bakteri yang memiliki sifat keduanya dapat tumbuh optimal pada jam ke 4-10 masa inkubasi. Dari hasil dinamika populasi diperoleh

bahwa fase pertumbuhan eksponensial bakteri limbah rajungan terjadi pada jam ke-9 sampai jam ke-18, di mana bakteri proteolitik mempunyai jumlah yang lebih banyak dibandingkan bakteri lipolitik (Gambar 1). Perbedaan waktu pertumbuhan yang optimal diduga terjadi karena perbedaan substrat yang harus diuraikan. Aktivitas enzim dalam memecah suatu substrat dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti suhu dan jenis substrat yang digunakan.



Gambar 2. Pertumbuhan bakteri secara spontan pada limbah cair surimi

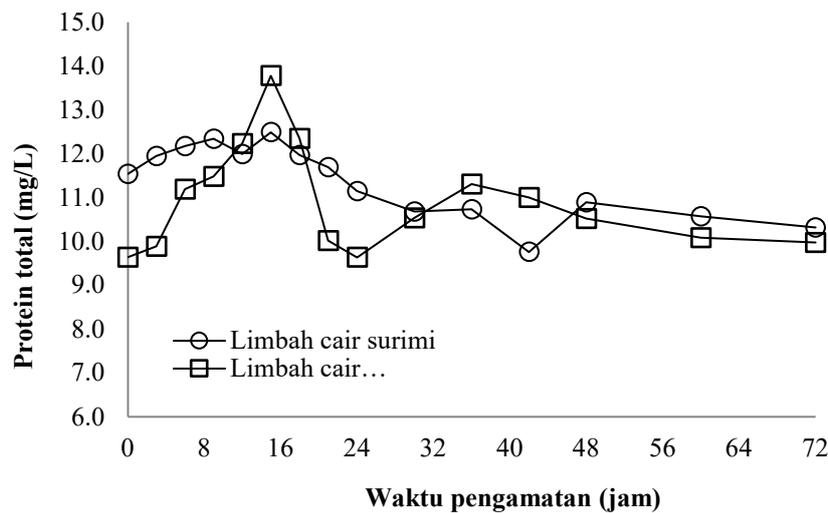
Berdasarkan kurva pertumbuhan bakteri pada limbah cair surimi, diketahui bahwa bakteri lipolitik memiliki waktu pertumbuhan optimal pada jam ke 6-12 masa inkubasi. Sedangkan bakteri proteolitik optimal pada jam ke 6-15 masa inkubasi. Sementara itu, bakteri yang memiliki sifat keduanya dapat tumbuh optimal pada jam ke 6-15 masa inkubasi. Dari hasil dinamika populasi diperoleh bahwa fase pertumbuhan eksponensial bakteri limbah surimi terjadi pada jam ke-6 sampai jam ke-12, di mana bakteri lipolitik mempunyai jumlah yang lebih banyak dibandingkan bakteri proteolitik (Gambar 2).



Gambar 3. Kadar protein terlarut pengolahan limbah secara spontan

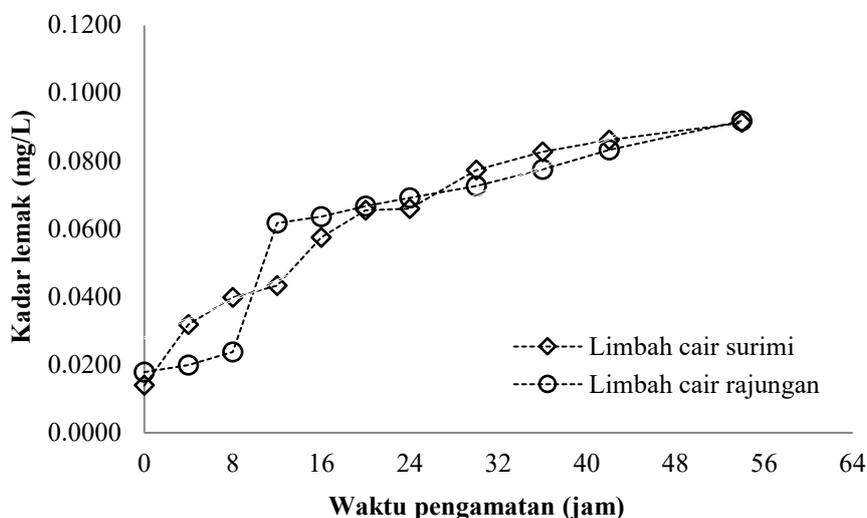
Limbah cair perikanan secara alami akan mengalami perubahan komponen-komponen yang ada di dalamnya. Hasil pengamatan pada Gambar 3 memperlihatkan pada awal pengamatan, terlihat adanya perombakan protein yang diduga berasal dari protein

tidak larut menjadi protein terlarut. Kadar protein pada limbah cair surimi tanpa *treatment* (tanpa penanganan) memperlihatkan peningkatan yang dikarenakan masih adanya sisa-sisa potongan daging ikan dan sisik sehingga nilainya meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Bechtel (2003) yaitu kelarutan protein pada konsentrasi tinggi terdapat pada jaringan viscera. Terjadinya proteolisis (enzim endogenus dari sistem pencernaan) baik sebelum, sesudah dan setelah proses pengolahan ikan memungkinkan meningkatkan kelarutan protein dan peptida.



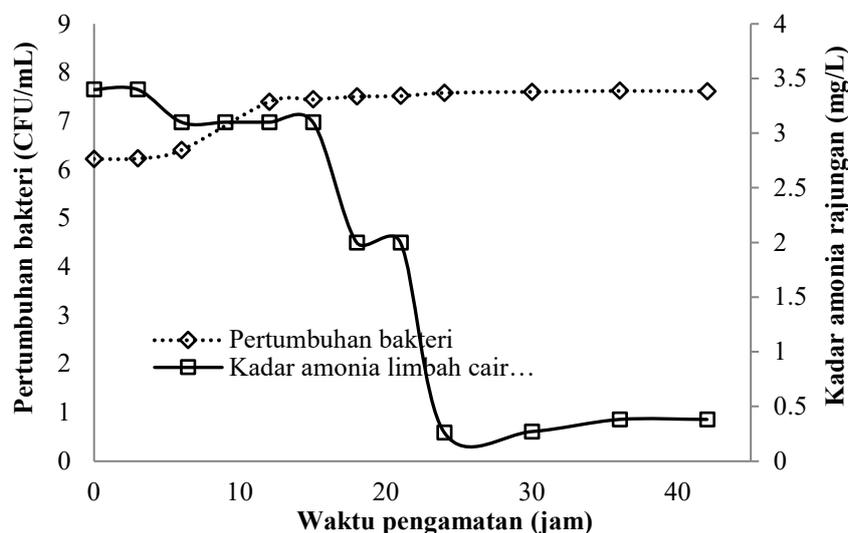
Gambar 4. Kadar protein total pengolahan limbah secara spontan

Terlihat pada Gambar 4, terjadinya penurunan kadar protein total pada limbah cair rajungan dan surimi secara spontan hingga masa akhir pengamatan. Proses pengolahan daging rajungan menggunakan suhu di atas 80°C kemungkinan terjadinya proses denaturasi protein. menurut Bourtoom *et al.* (2009) perlakuan dengan suhu tinggi menyebabkan protein terdenaturasi dibandingkan dengan suhu rendah. Kelarutan protein ditemukan menurun dengan penurunan pH, suhu juga mempengaruhi persentase kelarutan protein. Tingginya suhu mengakibatkan denaturasi berlebihan juga menurunkan ketidaklarutan protein.



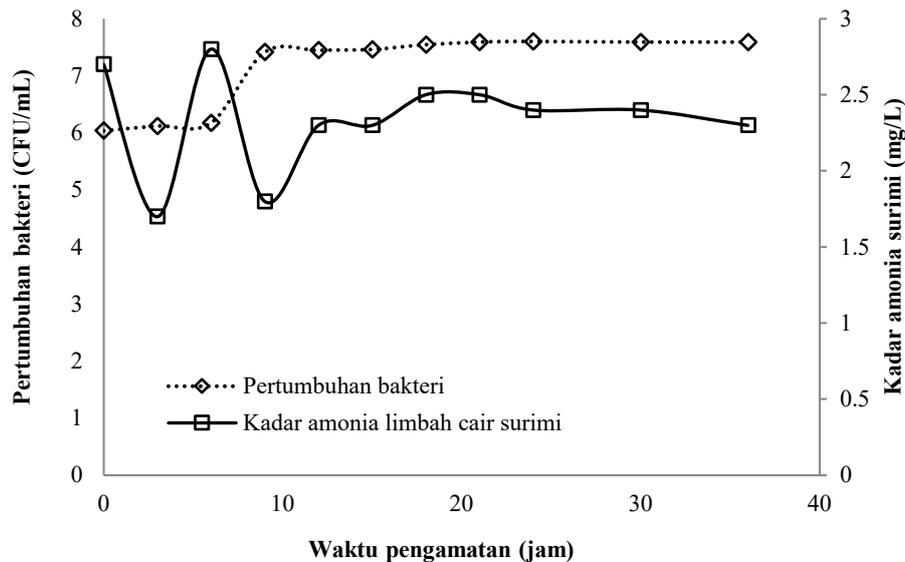
Gambar 5. Kadar lemak limbah cair pengolahan limbah secara spontan

Terlihat dari Gambar 5, kadar lemak limbah cair pengolahan perikanan baik surimi maupun rajungan tanpa penanganan (treatment) mengalami peningkatan. Diduga adanya kandungan trigliserida yang tidak larut (jenuh) dan lemak yang mengapung di permukaan pada limbah cair perikanan yang ikut terukur sebelum terjadinya perombakan komponen asam lemak kompleks menjadi asam lemak sederhana yang larut. Sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Cirne *et al.* (2006) di mana keberadaan lipase akan mempercepat hidrolisis triolein dan meningkatkan luas permukaan.



Gambar 6. Penurunan kadar amonia secara spontan pada limbah cair rajungan

Penurunan kadar amonia pada limbah cair rajungan secara spontan tidak terjadi fluktuasi di awal pengamatan seperti kadar amonia pada limbah cair surimi (Gambar 6). Diduga protein pada limbah cair rajungan tidak sekompleks komponen yang ada pada limbah cair surimi sehingga protein terdegradasi menjadi asam amino, amonia, nitrit dan nitrat menjadi lebih cepat. Kadar amonia limbah cair rajungan awal sebesar 3,4 mg/L masih memenuhi persyaratan mutu limbah cair yang terdapat pada Per Men LH No. 6/2007 sebesar 5 mg/L. Timbulnya bau busuk disebabkan oleh dekomposisi lanjut dari protein yang kaya akan asam amino bersulfur (sistein) menghasilkan asam sulfida, gugus thiol dan amoniak. Asam lemak rantai pendek hasil dekomposisi bahan organik juga menyebabkan bau busuk. Hadiwiyoto (2011) melaporkan bahwa degradasi protein menyebabkan terbentuknya peptida-peptida sederhana, asam-asam amino bebas dan kemudian menjadi senyawa-senyawa amin dan amonia yang mudah menguap. Effendi (2003) menyatakan bahwa bentuk-bentuk nitrogen yang ada pada limbah cair akan mengalami transformasi (ada yang melibatkan mikroorganisme dan ada yang tidak) sebagai bagian dari siklus nitrogen. Transformasi nitrogen secara mikrobiologi mencakup asimilasi nitrogen organik (nitrat dan amonium) oleh tumbuhan dan mikroorganisme untuk membentuk nitrogen organik misalnya asam amino dan protein.



Gambar 7. Penurunan kadar amonia secara spontan pada limbah cair surimi

Kadar amonia pada limbah cair surimi terlihat fluktuasi di awal pengamatan (Gambar 7). Hal ini disebabkan karena masih ada sisa-sisa potongan daging pada limbah cair surimi sehingga bakteri masih merombak protein-protein kompleks menjadi protein yang sederhana sederhana seperti asam amino, amonia, nitrit dan nitrat. Chester (1990) melaporkan bahwa nitrogen di perairan dapat berupa nitrogen organik dan anorganik. Nitrogen anorganik terdiri atas ion nitrit (NO_2^-), ion nitrat (NO_3^-), amonia (NH_3), ion amonium (NH_4^+) dan molekul N_2 yang larut dalam air, sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea akan mengendap dalam air. Tingginya kadar protein pada limbah cair perikanan mengakibatkan terjadinya fluktuasi kadar amonia oleh bakteri secara alami.

Kesimpulan

Pada limbah cair pengolahan perikanan seperti rajungan dan surimi mengandung bakteri proteolitik dan lipolitik sehingga akan menyebabkan terjadinya degradasi protein dan lemak secara spontan. Jumlah bakteri proteolitik tertinggi pada limbah cair rajungan adalah sebesar $4,3 \times 10^7$ CFU/mL, sedangkan bakteri lipolitik tertinggi terdapat pada limbah cair surimi sebesar $4,5 \times 10^7$ CFU/mL. Kadar lemak limbah cair surimi dan rajungan semakin meningkat selama masa pertumbuhan bakteri sebesar 0,067 mg/L pada jam ke-20. Kadar amonia limbah cair rajungan menurun pada jam ke-18 sebesar 2 mg/L, sedangkan menurun pada jam ke-9 ditunjukkan pada limbah cair surimi sebesar 1,8 mg/L. Kadar protein terlarut menurun pada jam ke-30, sedangkan kadar protein total mengalami penurunan pada jam ke-24 baik pada limbah cair surimi maupun rajungan.

Daftar Pustaka

- Bechtel PJ. 2003. Properties of different fish processing by-products from pollock, cod and salmon. *J Food Process Preservation*. 27 (101–116).
- Bourtoom T, Chinnan MS, Jantawat P, Sanguandeeikul R. 2009. Recovery and characterization of proteins precipitated from surimi wash-water. *Food Sci Technol*. 42 : 599–605.
- Chester, R. 1990. Marine Geochemistry. Unwin Hyman Ltd. London.

- Cirne DG, Bjornsson L, Alves M, Mattiasson B. 2006. Effects of bioaugmentation by an anaerobic lipolytic bacterium on anaerobic digestion of lipid-rich waste. *J Chem Technol Biotech.* 81 : 1745–1752.
- Darmayasa IBG. 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi lipid (lemak) pada beberapa tempat pembuangan limbah dan estuari DAM Denpasar. *J Bumi Lestari* 8(2):122-127.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Gessler D. 2003. Population dynamics, marine community ecology, and oceanography of marine microbes. Department of Energy Genomes to Life project.
- Govere S, Precious M, Angeline N. 2011. Performance and loading of domestic wastewater treatment plants receiving aquaculture processing effluent. *Int J Engin. and Technol.* 3 (5) : 354–360.
- Hadiwiyoto S. 2011. Hubungan keadaan kimiawi dan mikrobiologik ikan pindang naya pada penyimpanan suhu kamar dengan sifat organoleptiknya. *Agritech* 15 : 19–23.
- Ken RR., Jati, AWN dan Yulianti, LIM. 2019. Peranan Bakteri Indigenus dalam Degradasi Limbah Cair Pabrik Tahu. *Biota* 4(1): 8-15
- Mongkoltharuk W, Dharmsthiti S. 2002. Biodegradation of lipid-rich wastewater by a mixed bacterial consortium. *Int. Biodeteriorat. & Biodegrad.* 50 : 101–105.
- Yunizal, Murtini JT, Dolaria N, Purdiwoto B, Abdulrokhim, Carkipan. 1998. Prosedur analisa kimiawi ikan dan produk olahan hasil-hasil perikanan. Instalasi Penelitian Perikanan Laut Slipi. Balai Penelitian Perikanan Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.