

PRA DESAIN PABRIK GELATIN DARI TULANG IKAN TUNA

Gita Ema Rosalina, Mohammad Zaki Masruri, Daril Ridho Zuchrillah.
Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
darilridho@itats.ac.id

ABSTRACT

Gelatin is a raw material used in the food, pharmaceutical, cosmetics and photography industries. Indonesia is still very dependent on the import of these food ingredients, almost 50% of the gelatin imported into Indonesia comes from raw materials for pigs. In the manufacturing process, this gelatin is made from the main raw material in the form of tuna fish bone with an acid soaking method (Gelatin type A). Pre design of gelatin plant from tuna fish bone is planned to be established in Watudodol, Banyuwangi, East Java. Based on economic analysis, the internal rate of return on capital (IRR) of this plant is 23,53 % at an annual interest rate of 15,57 %, with an inflation rate of 3,12 % per year. Whereas for the payback time (POT) is 4,84 years and the break-even point (BEP) is 31,27 % through a linear method. Age from the factory for 10 years and the construction period is 2 years. To produce 1.600 tons / year of Gelatin from Tuna Fish Bone, a total production cost per year (TPC) is needed in the amount of Rp 102.447.252.782 and FCI in the amount of Rp 194.592.643.271 and total sales of Rp 181.775.794.530. By looking at the aspects of economic and technical analysis, the gelatin plant from fish bones is worthy of being established.

Keywords - Gelatin, Acid immersion, Food, Tuna fish bones.

ABSTRAK

Gelatin merupakan bahan baku yang digunakan dalam industri pangan, farmasi, kosmetik, dan fotografi. Indonesia masih sangat bergantung terhadap impor bahan makanan ini, hampir 50% gelatin yang diimpor ke Indonesia berasal dari bahan baku babi. Dalam proses pembuatannya, gelatin ini dibuat dari bahan baku utama berupa tulang ikan tuna dengan metode perendaman larutan asam (Gelatin tipe A). Pra perancangan pabrik gelatin dari tulang ikan tuna ini direncanakan didirikan di Kecamatan Watudodol, Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan analisis ekonomi, laju pengembalian modal (IRR) pabrik ini sebesar 23,53 % pada tingkat suku bunga per tahun 15,57%, dengan laju inflasi sebesar 3,12% per tahun. Sedangkan untuk waktu pengembalian modal (POT) adalah 4,84 tahun dan titik impas (BEP) sebesar 31,27 % melalui cara linear. Umur dari pabrik selama 10 tahun dan masa konstruksi adalah 2 tahun. Untuk memproduksi Gelatin dari Tulang Ikan Tuna sebanyak 1.600 ton/tahun, diperlukan biaya total produksi per tahun (TPC) sebesar Rp 102.447.252.782,00 dan FCI sebesar Rp 194.592.643.271 dan total penjualan sebesar Rp 181.775.794.530,00. Dengan melihat aspek penilaian analisis ekonomi dan teknisnya, pabrik gelatin dari tulang ikan ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci – Gelatin, Perendaman asam, Pangan, Tulang ikan tuna.

PENDAHULUAN

Penggunaan gelatin sebagai bahan makanan kerap belum disadari oleh masyarakat. Sebagai sebuah zat kimia padat, gelatin memang tidak berwarna dan tidak berasa. Gelatin merupakan bahan baku yang digunakan dalam industri pangan, farmasi, kosmetik, dan fotografi. Indonesia hingga saat ini masih 100% mengimpor gelatin. Kebutuhan akan gelatin oleh dunia industri di Indonesia sebagian besar selama ini masih diperoleh dengan cara di impor dari beberapa negara yaitu Jepang, Amerika, Prancis, Cina, dan Argentina. Pada umumnya gelatin yang diimpor ke Indonesia hampir 50% berasal dari bahan baku babi. Mayoritas penduduk Indonesia beragama muslim seperti yang kita ketahui bahwa warga muslim tidak diperbolehkan untuk mengkonsumsi semua makanan yang berasal dari bahan baku babi dan turunannya. Hal tersebut menimbulkan kontroversi di masyarakat tentang kehalalannya. Kemudian untuk umat Hindu juga dilarang untuk mengkonsumsi makanan yang berasal dari sapi. Selain itu, gelatin yang berasal dari sapi terdapat kontaminasi *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) atau penyakit sapi gila (*mad cow disease*). Selain bahan yang disebutkan sebelumnya, sumber bahan pembuatan gelatin juga dapat berasal dari ikan (kulit dan tulang). Kulit dan tulang ikan lebih aman digunakan sebagai bahan baku gelatin bila ditinjau dari aspek kesehatan dan religi.

Wilayah perairan Indonesia yang cukup luas mencapai 3,2 juta km² hingga Indonesia termasuk negara maritim. Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki potensi besar dibidang perikanan, Salah satunya perikanan tangkap tuna (*Thunnus*). Hal ini dibuktikan dengan hasil tangkapan pada April 2015 sebesar 628.000 ton, pada bulan Mei jumlah tangkapan tersebut naik 80 persen menjadi 1,059 juta ton. Pada umumnya ikan tuna di ekspor dalam bentuk gelondongan/utuh, namun belakangan banyak permintaan ekspor dalam bentuk *fillet*. Peningkatan konsumsi ikan tersebut juga berdampak pada peningkatan limbah yang dihasilkan. Limbah ini dianggap sebagai produk yang berkualitas rendah dan dibuang atau diproses menjadi tepung ikan dan pangan hewan peliharaan. Limbah berupa tulang dan kulit ikan merupakan limbah terbesar yang jumlahnya sekitar 30% dari total berat badan ikan yang berpotensi diproduksi menjadi kolagen. Limbah kulit dan tulang ikan tuna ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tulang ikan tuna sebagian besar mengandung protein kolagen yang apabila dimanfaatkan dan diproses menjadi gelatin akan memberikan manfaat dan keuntungan yang lebih besar.

Gelatin adalah biopolimer protein yang diperoleh dari jaringan kolagen hewan yang terdapat pada kulit, tulang dan jaringan ikat. Gelatin adalah produk alami yang didapatkan dengan cara hidrolisis parsial kolagen. Sumber utama gelatin berasal dari sapi (tulang dan kulit jangat), babi (kulit), dan ikan (kulit dan tulang), namun kulit dan tulang ikan lebih aman digunakan sebagai bahan baku gelatin bila ditinjau dari aspek kesehatan dan religi [1]. Karena gelatin merupakan produk alami, maka diklasifikasikan sebagai bahan pangan bukan bahan tambahan pangan. Ketersediaan bahan baku tulang ikan tuna melimpah dan belum dimanfaatkan dengan maksimal di Indonesia serta belum adanya industri yang memproduksi Gelatin di Indonesia menjadikan prospek pendirian pabrik gelatin di Indonesia sangat bagus untuk tahun-tahun berikutnya.

Tabel 1. Komposisi Tulang Ikan Tuna

Komponen	Komposisi
Air	12,57 %
Abu	52,36 %
Kolagen	24,37 %
Lemak	8,01%
Kalsium fosfat	1,04 %
Protein Non kolagen	1,65 %
Total	100



Gambar 1. Produk *Gelatin Powder*

Pra perancangan pabrik gelatin dari tulang ikan tuna ini direncanakan didirikan di Kecamatan Watudodol, Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur dengan beberapa pertimbangan yaitu dari segi letak geografis, transportasi, ketersediaan bahan baku, utilitas dan tenaga kerja. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 24 jam dan 330 hari kerja setiap tahunnya. Dengan melihat data impor dan ekspor gelatin dari Badan Pusat Statistik sejak tahun 2010-2014 maka pabrik ini direncanakan beroperasi untuk memenuhi 20% kebutuhan gelatin dalam negeri yaitu dengan kapasitas 1.600 ton/tahun.

URAIAN PROSES

Tipe-Tipe Proses

Pada prinsipnya proses pembuatan gelatin dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu proses asam dan basa.

1. Perendaman Asam

Perendaman asam dilakukan dalam pembuatan gelatin tipe A (*acid*). Tipe A ini umumnya dibuat dari kulit hewan muda (terutama kulit babi), sehingga proses pelunakannya dapat dilakukan dengan cepat yaitu dengan sistem perendaman dalam larutan asam. Kulit dari babi muda tidak memerlukan penanganan alkalis yang intensif karena jaringan ikatnya belum kuat terikat. Untuk itu cukup direndam dalam asam lemah (*encer*) dalam waktu yang tidak terlalu lama. Selain bahan baku berupa kulit hewan muda, gelatin tipe A dapat diperoleh dari *ossein* (Tulang lunak) dengan perendaman asam. Konsentrasi larutan asam dan waktu perendaman harus disesuaikan. Pada perendaman asam, bahan baku (*raw material*) terlebih dahulu dilakukan perendaman dengan larutan asam sebelum melalui proses hidrolisis menjadi gelatin. Proses perendaman dalam larutan asam yang bertujuan untuk mengkonversi kolagen menjadi bentuk yang sesuai untuk ekstraksi, yaitu dengan adanya interaksi ion H^+ dari larutan asam dengan kolagen.

2. Perendaman Basa

Perendaman basa biasa digunakan untuk bahan baku yang keras seperti dari kulit hewan tua atau tulang sapi maupun tulang babi. Dalam proses ini, kolagen direaksikan dengan NaOH serta melalui tahapan *liming* yang panjang sebelum diekstraksi. Setelah melalui perendaman basa, kolagen dicuci hingga bebas dari basa dan direaksikan dengan asam dengan tujuan untuk menghilangkan garam-garam yang terdapat pada bahan baku serta mencapai harga pH ekstraksi yang diinginkan. Karena pada proses basa menggunakan kapur (*liming processes*), maka terdapat garam yang tinggi. Hal ini harus diatasi dengan menggunakan mekanisme pertukaran ion untuk menghilangkan jumlah garam yang berlebih tersebut. Selebihnya, proses berlangsung sebagaimana pada proses secara asam. Jika direaksikan dengan basa berlebih, maka kolagen menjadi larut dalam air dingin. Hal ini mengakibatkan selama bahan baku dicuci dengan basa, kolagen akan larut dalam fase larutan dan berdampak pada yield yang lebih rendah.

Bahan yang Digunakan

1. Tulang Ikan Tuna

Ikan tuna merupakan salah satu ikan ekonomis penting. Ikan tuna pada umumnya dimanfaatkan untuk produksi pengalengan dan pembekuan. Produk ikan tuna beku sebagian besar hanya memanfaatkan daging ikannya saja, sedangkan sisa-sisa pemanfaatan lain berupa kepala, sirip dan tulang belum dimanfaatkan secara optimal [2]. Saat ini kepala, sirip dan tulang hanya dibuat tepung ikan. Tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) merupakan limbah yang belum dimanfaatkan dengan baik dan didalamnya mengandung kolagen yang dapat dibuat menjadi gelatin.

2. Asam Klorida

Asam klorida adalah larutan akuatik dari gas hidrogen klorida (HCl). HCl adalah asam kuat, dan merupakan komponen utama dalam asam lambung. Senyawa ini juga digunakan secara luas dalam industri. Dalam perencanaan pembuatan pabrik ini HCl digunakan untuk proses

perendaman asam dan mengikat garam mineral dalam tulang ikan tuna. Konsentrasi HCl yang digunakan yaitu 4 % (v/v).

3. NaOH

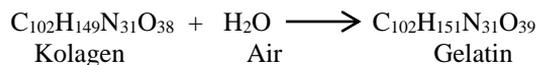
NaOH merupakan bahan kimia yang mudah didapat, umum digunakan, murah dan berada dalam bentuk padatan sehingga memudahkan penyimpanan. NaOH yang akan digunakan dalam pra desain pabrik gelatin ini berfungsi sebagai penetral kandungan asam.

Tahapan Proses

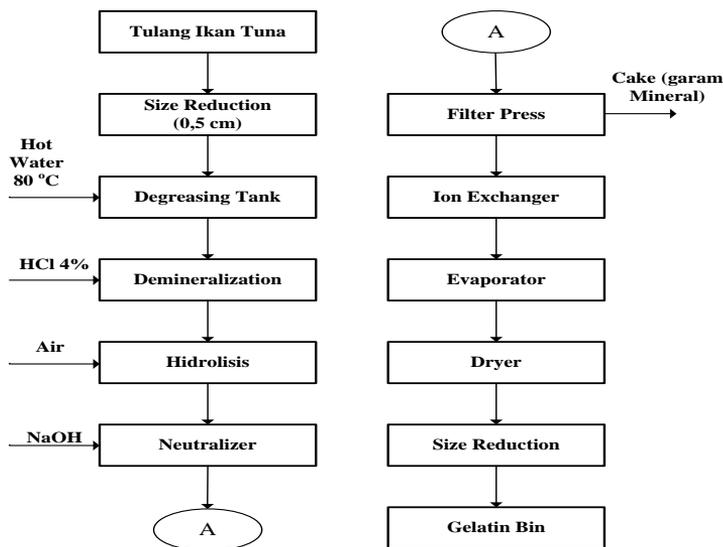
Tulang ikan tuna dari hasil limbah industri pengolahan ikan diangkut menggunakan truck menuju *storage* tulang ikan tuna kemudian ditransport menuju *size reduction* yaitu ke *roll crushers* dan *screener* untuk proses pengecilan ukuran sebesar 0,5 cm. Untuk tulang ikan tuna yang berukuran lebih besar dari 0,5 cm diumpankan kembali ke *roll crushers*. Untuk tulang ikan tuna yang berukuran 0,5 cm lolos *screener* kemudian ditransport menuju ke *Degreasing Tank*. Pada proses ini diharapkan deposit lemak yang tinggi dan campuran kotoran yang melekat pada tulang ikan tuna dihilangkan dengan menggunakan air panas pada suhu 80°C [3]. Produk yang keluar dari *Degreasing Tank* dilairkan menuju *settler* untuk memisahkan minyak yang terdapat dalam bahan baku. Minyak yang mengapung dibuang sebagai *waste water*. Sedangkan produk yang sudah bersih dari minyak akan dialirkan menuju ke tahap demineralisasi (perendaman asam) untuk dihilangkan kandungan mineralnya dalam *Demineralitation Tank*. Pada tahapan ini dilakukan perendaman dengan larutan HCl dengan konsentrasi 4% v/v selama 1 hari dan suhu operasi adalah 90°C [4]. Reaksi yang terjadi pada tahapan ini adalah



Hasil proses demineralisasi kemudian dialirkan ke *hidrolisis tank* untuk memecah molekul air (H₂O) menjadi kation hidrogen (H⁺) dan anion hidroksida (OH⁻). Proses ini digunakan untuk memecah polimer kolagen yang merupakan ikatan tropokolagen menjadi gelatin melalui hidrolisis. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi terjadi suhu susut kolagen yaitu 60-90°C dalam kondisi asam dengan pH=2. Produk kemudian ditampung dalam Tangki netralisasi untuk menetralkan Ph produk dengan penambahan NaOH 48%. Produk dari tangki netralisasi kemudian ditransfer menuju *filter press* untuk memisahkan padatan yang mengendap. Filtrat kemudian dialirkan ke *cation dan anion exchanger* bertujuan untuk menghilangkan ion-ion pada larutan gelatin. Digunakan resin kation (R-SO₃H) untuk menghilangkan kation berupa Na⁺ dan resin anion 2R-NH₃OH untuk menghilangkan anion berupa Cl⁻ yang terdapat dalam larutan gelatin. Produk yang dihasilkan dilairkan menuju *double effect evaporator* untuk melakukan proses pemekatan hingga kadar air larutan gelatin menjadi 50%. Larutan gelatin keluar dari Evaporator II dengan suhu 64 °C melewati proses ekstrusi, yaitu suatu proses dimana bahan dipaksakan oleh sistem ulir untuk mengalir dalam suatu ruangan yang sempit sehingga akan mengalami pencampuran dan pemasakan sekaligus dan dirancang untuk menghasilkan produk ekstrusi yang menggelembung-kering (*puff dry*) dalam *chilling extruder*. Produk yang terbentuk seperti mie yang panjangnya 1-2 ft panjang tebal 1,8 inch kemudian dikeringkan dengan udara kering dalam *Tunnel dryer*. Gelatin dengan kadar air berkisar antara 40-50% kemudian dikeringkan hingga kadar airnya sekitar 10% dan dilanjutkan dengan *size reduction* menggunakan *ball mill* dan *screener* untuk mendapatkan *gelatin powder* yang berukuran 140 mesh [5]. Bubuk yang berukuran tidak seragam dimasukkan kedalam *Ball Mill* lagi untuk memperoleh produk yang diinginkan. *Gelatin Powder* seragam yang keluar dari *screening* di tampung dalam *Gelatin Bin* dan dilanjutkan pengemasan dalam kantong/karung. Selanjutnya disimpan ditempat penyimpanan pada suhu lingkungan dan kemudian siap didistribusikan.



Gambar 2. Blok diagram Pabrik Gelatin

Tabel 2 Syarat Mutu Gelatin Berdasarkan SNI (1995)

Karakteristik Mutu	Syarat
Warna	Tidak berwarna
Bau, rasa	Normal (dapat diterima konsumen)
Kadar air	Maksimum 16 %
Kadar abu	Maksimum 3,25 %
Logam berat	Maksimum 50 mg/kg
Arsen	Maksimum 2 mg/kg
Tembaga	Maksimum 30 mg/kg
Seng	Maksimum 100 mg/kg
Sulfit	Maksimum 1000 mg/kg

NERACA MASSA

Berdasarkan hasil perhitunga neraca massa, dengan *feed* berikut merupakan hasil perhitungan dari *material balance* pabrik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna dimana kapasitas *feed* sebesar 952,84 kg/jam dan produk yang dihasilkan sebesar 201,756 kg/jam [6].

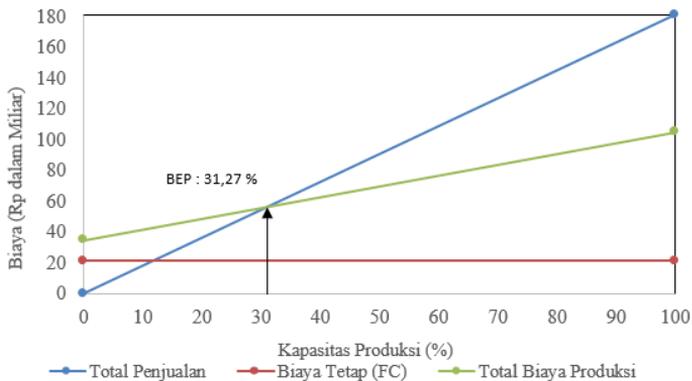
UTILITAS

Berdasarkan perhitungan utilitas pabrik gelatin ini, maka didapatkan kebutuhan steam sebesar 2859,294 kg/jam, kebutuhan air sanitasi sebesar 6.468 liter/hari, kebutuhan air demineralisasi untuk air umpan boiler dan proses produksi sebesar 214.091 liter/hari, kebutuhan listrik untuk penerangan dan produksi sebesar 75,01 Kw. Kebutuhan air direncanakan akan diperoleh dari sungai seperti sungai Bajulmati, Selogiri, Ketapang, Sukowidi, Bendo, Sobo.

ANALISA EKONOMI

Berdasarkan perhitungan neraca ekonomi, laju pengembalian modal (IRR) pabrik ini sebesar 23,53% pada tingkat suku bunga per tahun 15,57%, dengan laju inflasi sebesar 3,12% per tahun. Sedangkan untuk waktu pengembalian modal (POT) adalah 4,837 tahun dan titik impas

(BEP) sebesar 31,27 % melalui cara linear. Umur dari pabrik selama 10 tahun dan masa konstruksi adalah 2 tahun dimana operasi pabrik ini 330 hari/tahun [7]. Untuk memproduksi Gelatin dari Tulang Ikan Tuna sebanyak 1.600 ton/tahun, diperlukan biaya total produksi per tahun (TPC) sebesar Rp 102.447.252.782,00,00 yang meliputi biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*) dan biaya pengeluaran umum (*General Expenses*) dengan biaya investasi total (TCI) sebesar Rp 230.108.992.084,00 dan modal kerja (WCI) sebesar Rp 34.516.348.813,00 biaya investasi tetap (FCI) sebesar Rp 195.592.643.271 dan total penjualan sebesar Rp 181.775.794.530,00.



Gambar 3 Grafik BEP (*Break Event Point*)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa ekonomi didapatkan nilai IRR sebesar 23,81% yang lebih tinggi dari suku bunga bank yaitu 15,57% per tahun dan BEP sebesar 34,02% dimana pengembalian modalnya selama 5,54 tahun maka pabrik Gelatin dari tulang ikan ini layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marsaid, "Karakterisasi Sifat Kimia, Fisik ,Dan Termal Ekstrak Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp*) Pada Variasi Larutan Asam Untuk Perendaman," hlm. 1–15, 2015.
- [2] M. Nurilmala, "Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia," vol. IX, hlm. 22–23, 2006.
- [3] Faidliyah Nilna Minah dan Maria Drira Wea Siga, "Ekstraksi Gelatin dari Hidrolisa Kolagen Limbah Tulang Ikan Tuna dengan Variasi Jenis Asam dan Waktu Ekstraksi," hlm. B.26-B.32, 2016.
- [4] Schreiber R, "Gelatine Handbook," Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2007.
- [5] Perry, Robert H and Green, dan Don W, "Perry's Chemical Engineers Handbook," 7 ed., North America: : Mc graw-Hill, 1997.
- [6] David M. Himmelblau dan James B. riggs, *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*, 7 ed. University of Houston: New Jersey, 2004.
- [7] Timmerhaus, Klaus D and Peters, dan Max S, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers," 4 ed., New York: Mc Graw-Hill, 1991.