

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki wilayah perairan yang sangat luas. Oleh karena itu, sektor perikanan di Indonesia memegang peranan penting dalam perekonomian bangsa. Udang merupakan salah satu komoditas laut yang paling banyak diekspor oleh Indonesia. Varietas udang vannamei merupakan jenis udang yang paling banyak diekspor oleh Indonesia, dibandingkan dengan jenis udang lainnya (BPS, 2015). Udang yang diekspor biasanya sudah berupa daging udang tanpa kepala dan kulit. Kepala dan kulit udang yang dipisahkan ini menjadi limbah yang menimbulkan aroma tak sedap, sehingga perlu penanganan serius untuk menanggulangi limbah kulit udang.

Limbah kulit udang memiliki komposisi penyusun utama yaitu 27,2% protein, 15,3% mineral, dan 57,5% kitin (Wheaton & Lawson, 1985). Kitin merupakan suatu polimer alami dalam jumlah terbanyak setelah selulosa (Yanming dkk., 2001). Kitin memiliki nilai guna yang tinggi karena senyawa kitin dapat direduksi menjadi kitosan, yang memiliki banyak aplikasi seperti pada pemrosesan makanan, pengobatan, bioteknologi, serta biomedis dan farmasi. Kitosan merupakan senyawa poliaminosakarida yang disintesis melalui penghilangan sebagian gugus asetil dari kitin (Dompeipen dkk., 2016). Kitosan memiliki aplikasi yang luas karena kitosan tidak bersifat racun, bersifat *biocompatibility*, serta *biodegradability* (Lee, 2004). Kitosan dapat juga digunakan sebagai bioadsorben logam-logam berat beracun pada air limbah (Azhar dkk., 2013), sehingga kitosan seringkali digunakan dalam proses pengolahan air limbah.

Pada proses pengolahan air limbah, koagulasi merupakan proses yang penting, yang berperan untuk menghilangkan komponen organik maupun partikel koloid, sehingga dapat menjernihkan air (Ng dkk., 2012). Koagulan yang paling banyak digunakan adalah koagulan berbasis aluminium, seperti alum dan polialuminium klorida (PACl) (Shi dkk., 2007).

Kitosan yang dapat digunakan untuk menghilangkan berbagai kontaminan dalam air, dapat dikombinasikan dengan penggunaan koagulan PACl, menjadi komposit koagulan PACl-kitosan. Penggunaan komposit PACl-kitosan telah menunjukkan hasil dan performa yang lebih baik dalam menghilangkan kekeruhan dan komponen organik pada air limbah dibandingkan dengan penggunaan koagulan PACl saja (Ng dkk., 2012). Oleh karena itu, penggunaan komposit koagulan PACl-kitosan diyakini akan menarik minat pasar dan mampu menggantikan alum, sehingga kebutuhan akan komposit PACl-kitosan diperkirakan akan meningkat. Pembuatan pabrik komposit PACl-kitosan diharapkan dapat memenuhi permintaan pasar akan komposit PACl-kitosan sebagai koagulan untuk penjernihan air limbah.

I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan yaitu limbah udang kering, padatan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, larutan NaOH, larutan HCl, dan air proses. Limbah udang kering merupakan bahan baku pembuatan kitosan; padatan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ merupakan bahan baku dalam pembuatan larutan PACl; larutan NaOH digunakan dalam proses deproteinisasi dan deasetilasi pada pembuatan kitosan, serta pada pembuatan larutan PACl; dan larutan HCl digunakan dalam proses demineralisasi dan pembuatan larutan kitosan.

I.2.1.1. Udang

Udang merupakan jenis ikan konsumsi air payau, badan beruas berjumlah 13 (5 ruas kepala dan 8 ruas dada) dan seluruh tubuh ditutupi oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton. Umumnya udang yang terdapat di pasaran sebagian besar terdiri dari udang laut. Hanya sebagian kecil saja yang terdiri dari udang air tawar, terutama di daerah sekitar sungai besar dan rawa dekat pantai (Haliman, 2008).

Jenis udang yang paling banyak diekspor oleh Indonesia adalah udang vannamei. Klasifikasi udang vannamei adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*
Subkingdom : *Metazoa*
Filum : *Arthropoda*
Subfilum : *Crustacea*
Kelas : *Malacostraca*

Subkelas : *Eumalacostraca*
Superordo : *Eucarida*
Ordo : *Decapoda*
Subordo : *Dendrobrachiata*
Famili : *Penaeidae*
Genus : *Litopenaeus*
Spesies : *Litopenaeus vannamei*

Sebagai salah satu hasil perikanan terbanyak di Indonesia, udang memiliki banyak manfaat dan penggunaan. Beberapa penggunaan dan manfaat dari udang adalah (Rans, 2003):

1. Udang merupakan bahan makanan yang mengandung protein tinggi, yaitu 21%, dan rendah kolesterol, karena kandungan lemaknya hanya 0,2%. Kandungan vitaminnya dalam 100 gram bahan adalah vitamin A 60 SI/100; dan vitamin B1 0,01 mg. Sedangkan kandungan mineral yang penting adalah zat kapur dan fosfor, masing-masing 136 mg dan 170 mg per 100 gram bahan.
2. Udang dapat diolah dengan beberapa cara, seperti beku, kering, kaleng, terasi, krupuk, dll.
3. Limbah pengolahan udang yang berupa jengger (daging di pangkal kepala) dapat dimanfaatkan untuk membuat pasta udang dan hidrolisat protein.
4. Limbah yang berupa kepala dan kaki udang dapat dibuat tepung udang, sebagai sumber kolesterol bagi pakan udang budidaya.
5. Limbah yang berupa kulit udang mengandung kitin 42,3-57,5% dan di negara maju sudah dapat dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, bioteknologi, tekstil, kertas, pangan, dan lain-lain.
6. Kitosan yang terdapat dalam kepala udang dapat dimanfaatkan dalam industri kain, karena tahan api dan dapat menambah kekuatan zat pewarna dengan sifatnya yang tidak mudah larut dalam air.

I.2.1.2. Asam Klorida (HCl)

I.2.1.2.1. Sifat-sifat Fisika (Perry & Green, 2008)

- Berat molekul : 36,46 g/gmol
- Titik didih pada 1 atm : -85°C
- Titik lebur pada 1 atm : -111°C
- *Specific gravity* : 1,128
- ΔH_f : 476 kal/mol
- Cp pada 20°C (9% mol HCl) : 0,74 kal/g°C

I.2.1.2.2. Sifat-sifat Kimia (Greenwood & Earnshaw, 1997)

- Bersifat mudah menguap
- Merupakan asam kuat
- Dapat teroksidasi oleh oksidator kuat (MnO_2 , $KMnO_4$, atau $K_2Cr_2O_7$)
- Bereaksi secara eksotermis dengan air
- Bereaksi dengan basa membentuk garam klorida

I.2.1.3. Natrium Hidroksida (NaOH)

I.2.1.3.1. Sifat-sifat Fisika (Perry & Green, 2008)

- Berat molekul : 40,00 g/gmol
- Titik didih pada 1 atm : 1378°C
- Titik lebur pada 1 atm : 322°C
- *Specific gravity* : 2,130
- ΔH_f : 2000 kal/mol
- Cp pada 20°C (9% mol NaOH) : 0,835 kal/g°C

I.2.1.3.2. Sifat-sifat Kimia (Kirk & Othmer, 1998)

- Merupakan basa kuat, sangat larut dalam air
- Bereaksi dengan CO_2 membentuk Na_2CO_3 dan air
- Bereaksi dengan asam kuat membentuk garam
- Bereaksi dengan trigliserida membentuk sabun dan gliserol
- Bereaksi dengan unsur halida (X) membentuk NaOX dan asam halida

- Bereaksi dengan ester membentuk garam dan senyawa alkohol

I.2.1.4. Air (H₂O)

I.2.1.4.1. Sifat-sifat Fisika (Perry & Green, 2008)

- Berat molekul : 18,02 g/gmol
- Titik didih pada 1 atm : 100°C
- Titik lebur pada 1 atm : 0°C
- *Specific gravity* : 1,00 (liquid); 0,915 (solid)
- ΔH_f : 1436 kal/mol
- ΔH_v : 9729 kal/mol
- C_p pada 0°C : 0,7615 J/kmol K

I.2.1.4.2. Sifat-sifat Kimia (Kirk & Othmer, 1998)

- Bereaksi dengan karbon menghasilkan metana, hidrogen, karbon dioksida, dan karbon monoksida
- Bereaksi membebaskan H₂ dengan kalsium, magnesium, natrium, dan logam-logam reaktif lainnya
- Bersifat amfoter
- Bereaksi dengan kalium oksida, sulfur dioksida membentuk basa kalium dan asam sulfat
- Bereaksi dengan trigliserida menghasilkan asam lemak dan gliserol pada reaksi hidrolisis

I.2.1.5. Aluminium Klorida Heksahidrat (AlCl₃.6H₂O)

I.2.1.5.1. Sifat-sifat Fisika (Sciencelab, 2013; Perry & Green, 2008)

- Berat molekul : 241,43 g/gmol
- Titik didih pada 1 atm : 182,22°C
- Titik lebur pada 1 atm : 100°C
- *Specific gravity* : 2,398
- C_p pada suhu 15-54°C : 76 kal/mol K

I.2.1.5.2. Sifat-sifat Kimia (Kirk & Othmer, 1998; Ng dkk., 2012)

- Pada umumnya bersifat korosif terhadap logam
- Dibuat dari reaksi netralisasi parsial dari garam logam
- Mengandung spesies polimerik aluminium yang bermuatan dan juga monomer-monomer
- Bereaksi dalam air membentuk beberapa spesies aluminium

I.2.2. Sifat-sifat Produk (Ng dkk., 2012)

- Memiliki muatan permukaan positif yang tinggi yang disebabkan karena adanya monomerik dan polimerik aluminium serta gugus fungsi $-NH_2$
- Adanya interaksi antara molekul PACl dengan molekul kitosan mengubah ikatan Al-O
- Penambahan kandungan Al tidak merubah spesies Al, berbeda dengan sifat PACl yang merubah spesies Al dengan adanya penambahan kandungan Al

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

PACl telah banyak digunakan dalam banyak bidang, seperti pengolahan air, sebagai bahan *antiperspirant*, katalis pada industri tekstil, dan pembuatan kertas (Kirk & Othmer, 1998). Pada aplikasi pengolahan air limbah industri, selain menggunakan PACl, alum juga masih banyak digunakan di Indonesia, sehingga alum saat ini berperan penting dalam pengolahan air di Indonesia. Namun dengan meningkatnya penggunaan koagulan berbasis aluminium seperti alum dan PACl dalam pengolahan air, kandungan Al dalam air akan semakin tinggi dan berpotensi menimbulkan penyakit seperti penyakit Alzheimer (McLachlan, 1995).

Komposit PACl-kitosan ini ditujukan untuk penggunaan dalam bidang pengolahan air. Dengan adanya komposit PACl-kitosan, diharapkan penggunaan alum untuk pengolahan air dapat tergantikan oleh komposit PACl-kitosan. Komposit PACl-kitosan memiliki performa yang lebih baik daripada penggunaan PACl dalam menghilangkan kandungan organik sehingga penggunaan koagulan dapat dibatasi dan kandungan Al dapat diminimalkan. Selain itu, dengan penggunaan koagulan komposit PACl-kitosan, maka kelebihan dari masing-masing komponen akan digabungkan,

yang menyebabkan peningkatan efisiensi koagulan, memiliki rentang pH efektif yang lebih luas, dan pembentukan flok yang lebih baik (Ng dkk., 2012).

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar

I.4.1 Ketersediaan Bahan Baku

I.4.1.1 Kulit Udang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak potensi kekayaan hasil lautnya. Kekayaan tersebut diantaranya adalah jenis *crustaceae* yaitu udang. Produksi udang di Indonesia dari tahun 2010-2014 dapat dilihat dalam Tabel I.1.

Tabel I.1. Produksi Udang tahun 2010-2014 (Dirjen Perikanan Budidaya, 2014)

Tahun	Produksi Udang (ton)
2010	380.972
2011	372.577
2012	415.703
2013	619.400
2014	699.000

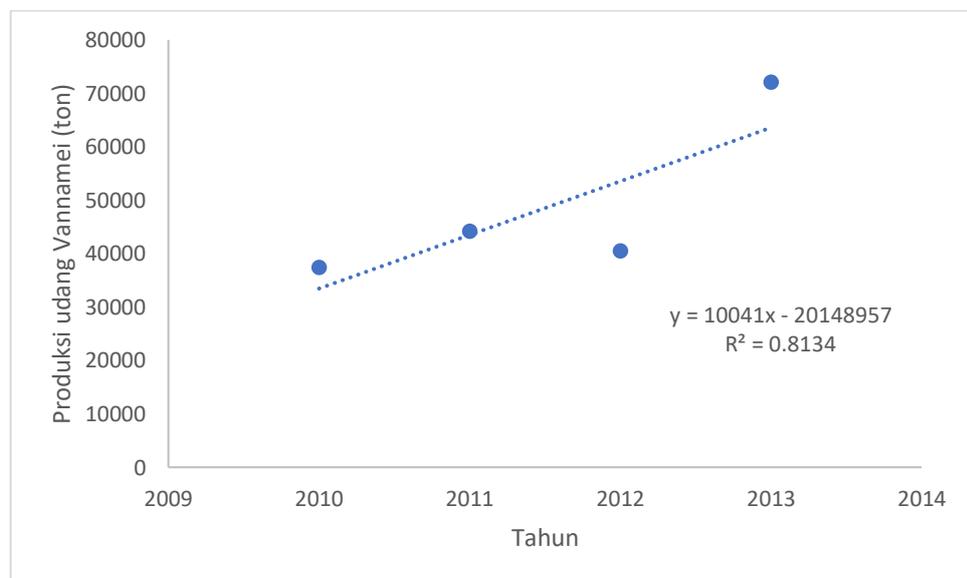
Dari Tabel I.1., dapat dilihat bahwa produksi udang di Indonesia sempat mengalami penurunan pada tahun 2011. Namun produksi udang di Indonesia menunjukkan peningkatan dari tahun 2011 hingga 2014. Peningkatan produksi udang yang signifikan terjadi pada tahun 2013, dengan kenaikan hingga 203.697 ton.

Terdapat dua jenis komoditas udang yang menjadi andalan Indonesia untuk diekspor ke luar negeri yaitu udang windu dan vannamei. Kota Lampung menjadi salah satu kota di Indonesia yang memiliki komoditas udang vannamei terbesar (Lampungprov, 2015). Produksi udang vannamei dari tahun 2010-2013 di Lampung dapat dilihat dalam Tabel I.2.

Tabel I.2. Produksi Udang Vannamei Tahun 2010-2013 di Lampung (BPS,2015)

Tahun	Udang Vannamei (ton)
2010	37.357
2011	44.161
2012	40.489
2013	72.051

Dari Tabel I.2., dapat dilihat bahwa produksi udang vannamei di Lampung mengalami peningkatan pada tahun 2011, penurunan pada tahun 2012, dan peningkatan signifikan pada tahun 2013. Dari data di atas, bila diplot dalam grafik dan dilakukan regresi linear maka akan tampak seperti pada Gambar I.1.



Gambar I.1. Produksi Udang Vannamei di Lampung Tahun 2010-2013

Berdasarkan grafik produksi udang pada Gambar I.1., diperoleh persamaan hubungan antara udang dan tahun produksi udang, yaitu :

$$\text{Jumlah udang diekspor} = 10.041 \times \text{tahun} - 20.148,957$$

Berdasarkan penyelesaian menggunakan regresi linear, produksi udang tahun 2020 diperkirakan mencapai 133.863 ton. Karena bahan baku berupa limbah udang diperoleh dari udang yang diekspor, sehingga diperlukan data persentase udang yang diekspor. Persentase ekspor udang beku sebesar 70,6% dari produksi udang (BPS,2015) dan persentase massa limbah udang adalah 45% dari massa udang (Leviana & Wiharno, 2004). Limbah udang yang belum termanfaatkan adalah

sebanyak 25% dari total limbah udang yang ada (Swastawati dkk, 2008). Sehingga dari data-data tersebut, dapat ditentukan bahan baku limbah udang yang tersedia.

Perhitungan bahan baku limbah udang yang tersedia :

Udang yang diekspor = $70,6\% \times 133.863 \text{ ton} = 94.507,28 \text{ ton}$

Limbah udang yang dihasilkan = $45\% \times 94.507,28 \text{ ton} = 42.528,28 \text{ ton}$

Limbah udang yang dapat digunakan = $25\% \times 42.528,28 \text{ ton} = 10.632,07 \text{ ton}$

I.4.2 Analisa Pasar

I.4.2.1 Kapasitas Produksi Komposit PACI-Kitosan

Pabrik komposit PACI-kitosan dari limbah udang direncanakan untuk berdiri pada tahun 2020. Pabrik akan didirikan di daerah Lampung, Sumatera Selatan dengan tujuan mempermudah pemenuhan bahan baku utama berupa limbah udang hasil ekspor. Produk yang dibuat yaitu komposit PACI-kitosan ditujukan untuk menggantikan penggunaan alum dalam proses koagulasi pada pengolahan air di industri. Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik diperlukan data ekspor dan impor alum di Indonesia, kapasitas produksi pabrik alum di Indonesia dan juga kebutuhan alum di Indonesia. Untuk data kapasitas produksi dari pabrik alum di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.3, dan data kebutuhan alum di Indonesia pada Tabel I.4.

Tabel I.3. Kapasitas Produksi dari Pabrik Alum di Indonesia (Sumber : kemenperin.go.id, 2014)

Nama PT	Kapasitas (Ton/tahun)
PT. Indonesia Acid Industri (Jakarta Timur)	44.600
PT. Dunia Kimia Utama (Gresik)	10.000
PT. Mahkota Indonesia (Jakarta Utara)	50.000
PT. Liku Telaga (Gresik)	20.000
PT. Aktif Indonesia Indah (Surabaya)	20.300
PT. Utama Inti Hasil Kimia Industri (Medan)	3.000
PT. Nebraska Utama (Jakarta Barat)	5.400
PT. Acid Ariaguna (Palembang)	15.000
PT. Indah Kiat Pulp & Paper (Banten)	3.700
PT. Madu Lingga Perkasa (Gresik)	6.000
PT. Timur Raya Tunggal (Banten)	18.000
PT. Tawas Sembada Murni (Surabaya)	20.000
Total kapasitas produksi	216.000

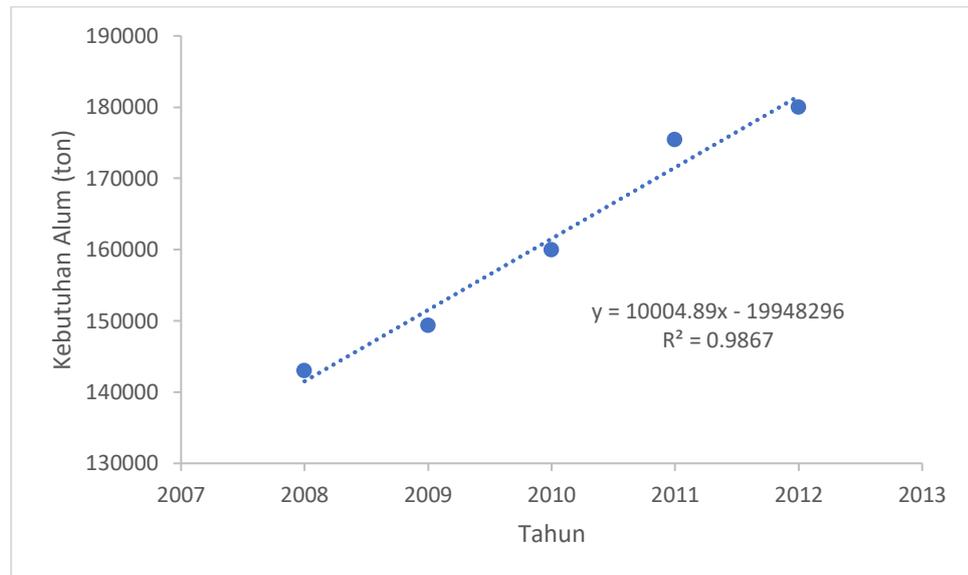
Dari data kapasitas produksi pabrik alum di Indonesia, dilakukan pendekatan bahwa hingga tahun 2020 tidak ada penambahan jumlah pabrik alum di Indonesia, dan tidak ada penambahan kapasitas produksi dari pabrik-pabrik alum tersebut. Sehingga dari pendekatan tersebut, diperkirakan bahwa kapasitas produksi total pabrik alum di Indonesia pada tahun 2020 adalah 216.000.

Tabel I.4. Data Kebutuhan Alum di Indonesia pada Tahun 2008-2012
(Indochemical, 2012)

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2008	143.013,9
2009	149.329,3
2010	159.913,5
2011	175.406,0
2012	180.000,0

Dari data kebutuhan alum di Indonesia, dapat dilihat bahwa kebutuhan alum di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sehingga dapat diperkirakan bahwa ke depannya jumlah kebutuhan alum di Indonesia akan terus bertambah. Data kebutuhan alum di Indonesia tersebut bila diplot dalam grafik seperti

pada Gambar I.2 dan dilakukan regresi linear, maka dapat diperoleh data kebutuhan alum untuk tahun 2020.



Gambar I.2. Kebutuhan Alum di Indonesia tahun 2008-2012

Berdasarkan kurva kebutuhan alum di Indonesia, diperoleh persamaan hubungan antara kebutuhan alum dan tahun, yaitu :

$$\text{Kebutuhan alum di Indonesia} = 10.004,89 \times \text{tahun} - 19.948.296$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan regresi linear, diperoleh data kebutuhan alum di Indonesia pada tahun 2020, yang diperkirakan mencapai 261.581,8 ton. Setelah memperoleh data kebutuhan alum pada tahun 2020, selanjutnya adalah menentukan data ekspor dan impor alum di Indonesia pada tahun 2020. Untuk data ekspor dan impor alum di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.5.

Tabel I.5. Data Ekspor dan Impor Alum di Indonesia pada Tahun 2011-2015

Tahun	Ekspor (ton)	Impor (ton)
2011	47.437,5	2.018,75
2012	42.125	975
2013	68.750	1.218,75
2014	54.000	1.068,75
2015	40.250	812,5

Dari Tabel I.5, dapat dilihat bahwa nilai ekspor dan impor alum di Indonesia mengalami fluktuasi. Sehingga dari data tersebut, dilakukan pendekatan untuk

menentukan nilai ekspor dan impor alum di Indonesia pada tahun 2020. Pendekatan yang digunakan adalah menggunakan nilai rata-rata dari data ekspor dan impor alum di Indonesia. Sehingga dari pendekatan, diperoleh perkiraan data ekspor dan impor alum di Indonesia pada tahun 2020.

$$\text{Ekspor alum pada 2020} = \frac{47.437,5 + 42.125 + 68.750 + 54.000 + 40.250}{5}$$

$$\text{Ekspor alum pada 2020} = 50.512,5 \text{ ton}$$

$$\text{Impor alum pada 2020} = \frac{2.018,75 + 975 + 1.218,75 + 1.068,75 + 812,5}{5}$$

$$\text{Impor alum pada 2020} = 1.218,75 \text{ ton}$$

Data mengenai kapasitas produksi pabrik alum, kebutuhan alum, serta ekspor dan impor alum di Indonesia kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan dibangun. Penentuan kapasitas diambil dari selisih antara produksi dan impor alum dengan kebutuhan dan ekspor alum di Indonesia.

$$\text{Selisih}_{2020} = (\text{produksi}_{2020} + \text{impor}_{2020}) - (\text{kebutuhan}_{2020} + \text{ekspor}_{2020})$$

$$\text{Selisih}_{2020} = (216.000 + 1.218,75) - (261.581,8 + 50.512,5)$$

$$\text{Selisih}_{2020} = -94.875,55 \text{ ton}$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh bahwa terdapat selisih antara alum yang dikonsumsi dan diekspor dengan produksi dan impor alum sebanyak 94.875,55 ton. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kekosongan antara kebutuhan pasar Indonesia dengan alum yang tersedia, yang dapat diisi oleh pabrik yang akan dirancang. Pabrik yang dirancang direncanakan akan mengisi sebesar 5% dari kekosongan alum tersebut.

$$\text{Kapasitas pabrik per tahun} = 5\% \times 94.875,55 \text{ ton} = 4744 \text{ ton} \approx 5000 \text{ ton}$$

Dari kapasitas produksi yang telah ditentukan, selanjutnya adalah menentukan kebutuhan limbah udang. Berdasarkan lampiran A, massa komposit PACI-kitosan yang dihasilkan sebanyak 47,73% dari massa bahan baku kulit dan kepala udang yang digunakan.

$$\text{kebutuhan limbah udang} = \frac{\text{kapasitas pabrik}}{\text{persentase massa produk terhadap bahan baku}}$$

$$\text{kebutuhan limbah udang} = \frac{5000 \text{ ton}}{0,4773}$$

$$\text{kebutuhan limbah udang} = 10.476,222 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan kebutuhan limbah udang, diperoleh bahwa kebutuhan limbah udang tidak melebihi ketersediaan bahan baku limbah udang, yaitu 10.632,07 ton. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik yang dirancang dapat beroperasi dengan kapasitas produksi sebesar 5000 ton/tahun.