

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Cair *Laundry*

1. Limbah *Laundry*

Menurut Mashitah dkk., (2017), air merupakan kebutuhan yang sangat penting terutama bagi manusia, sehingga air ini akan menghasilkan sisa-sisa buangan dalam bentuk limbah baik limbah padat ataupun cair. Limbah cair yang dihasilkan rata-rata sebanyak 85% dan tidak diolah terlebih dahulu sehingga langsung dialirkan ke badan perairan seperti sungai dan laut. Limbah yang tidak diolah dapat menyebabkan pencemaran. Limbah cair yang langsung dibuang tanpa adanya pengolahan ke dalam badan perairan dalam jangka waktu yang lama bisa menimbulkan dampak pencemaran bagi lingkungan dan hasilnya bisa menyebabkan kematian organisme yang ada disekitar perairan pembuangan limbah.

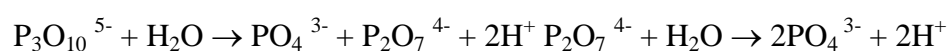
Limbah merupakan hasil akhir dari pengolahan atau proses dari skala kecil seperti rumah tangga sampai keskala yang besar seperti usaha industri. Limbah yang dihasilkan, seharusnya terlebih dahulu diolah sebelum di buang ke lingkungan agar tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Limbah hasil dari industri dalam skala yang besar sangat sulit untuk diolah, terlebih jika industri tersebut menghasilkan senyawa kimia berbahaya bagi kehidupan di sekitar pembuangan limbah. Limbah merupakan sampah berupa zat padat ataupun zat cair hasil dari suatu pengolahan atau hasil dari masyarakat berupa zat anorganik ataupun organik (Ahmad dan Ikhsan, 2014). Jika kondisi badan perairan menghitam ataupun adanya busa yang banyak

dapat mengganggu proses penguraian secara aerobik, sehingga mengakibatkan degradasi tidak berjalan dengan sempurna (Sopiah, 2008)

Usaha *laundry* merupakan salah satu kegiatan usaha dengan bahan dasar menggunakan deterjen sebagai bahan yang digunakan untuk membersihkan pakaian, karpet, dan alat-alat rumah tangga lainnya. Namun limbah *laundry* dapat menimbulkan pencemaran lingkungan terutama adanya deterjen, jika limbah yang dihasilkan tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang (Pratiwi, 2012). Limbah cair *laundry* termasuk ke dalam golongan *grey water*. Warna abu-abu air limbah tersebut berasal dari campuran berbagai residu bahan organik dan anorganik yang menghasilkan perubahan warna pada air. Kandungan bahan-bahan dalam *grey water* berupa minyak dan lemak, fosfor, sodium, garam, nitrogen (Padmanabha, 2015).

Limbah cair yang dihasilkan oleh deterjen mengandung fosfat yang tinggi. Fosfat berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam deterjen (Hera, 2003). Dalam deterjen, STPP ini berfungsi sebagai builder yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena memiliki kemampuan untuk menonaktifkan mineral kesadahan di dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal. STPP akan terhidrolisa menjadi PO_4^{3-} dan $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ yang selanjutnya juga terhidrolisa menjadi PO_4^{3-} (Hera, 2003).

Menurut Hera (2003), reaksinya adalah sebagai berikut:



Menurut Adillah (2012), deterjen adalah suatu derivat zat organik yang berada di dalam limbah *laundry*. Dampak negatif yang dihasilkan dari limbah *laundry* yaitu menyebabkan meningkatnya kandungan organik yang dapat mencemari badan perairan dan juga menghasilkan bau busuk, sumber penyakit, dan kualitas air menjadi buruk. Adanya jumlah fosfat yang berlebihan dapat mengakibatkan dampak yaitu proses eutrofikasi menjadi sangat cepat, sehingga terjadi *blooming* pada tumbuhan air dan alga.

Blooming pada tanaman air dan alga menyebabkan suatu ekosistem di perairan menjadi terganggu dan juga mengurangi kadar oksigen di dalam air. Cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar fosfat yang berlebih hasil dari limbah *laundry* yaitu dengan mengolah air limbah dengan proses biokoagulan. Biokoagulan dapat dipercaya menurunkan kadar fosfat dan COD yang ada di limbah cair *laundry* (Andre dkk., 2015).

3. Baku Mutu Limbah *Laundry*

Menurut Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan, dan Jasa dari kegiatan pariwisata mempunyai dasar penentuan kualitas air limbah yang dapat dibuang langsung ke badan air. Menurut Peraturan Daerah DIY Nomor 07 Tahun 2016 dan Peraturan Gubernur Nomor 7 Tahun 2010, tentang baku mutu air limbah, air limbah *laundry* memiliki standar lingkungan air limbah seperti Tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah *Laundry*

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)
BOD ₅ *	75	1,5
COD*	150	3
TSS*	100	2
TDS*	2.000	40
Fosfat**	3	
Suhu*	± 3° C terhadap suhu udara	
Debit Limbah Paling Banyak (L/Kg)*	20	
Deterjen*	5	0,1
pH*	6-9	

Keterangan : * Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016

** Peraturan Gubernur Tahun 7 Tahun 2010

B. Proses Pengolahan Limbah

1. Biokoagulasi

Biokoagulasi merupakan koagulasi yang terjadi secara biologi yang memiliki proses destabilisasi dari partikel senyawa koloid yang tersuspensi akibat dari adanya pengadukan secara cepat pada limbah cair dengan menggunakan biokoagulan. Biokoagulan adalah koagulan yang memanfaatkan bahan alami yang memiliki kemampuan untuk mengikat partikel dan menetralkan partikel, sehingga akan terbentuk gumpalan atau flok (Hammer, 1986).

Fungsi koagulan untuk menurunkan kekeruhan dan mengikat kandungan-kandungan solid di dalam air (Pradifan dkk., 2016). Koagulan berfungsi untuk memudahkan penyisihan saat sedimentasi. Sekitar 80% sampai 90 % total padatan terlarut, 40-70% BOD, 30-60% COD, dan 80-90% bakteri dapat disisihkan dengan pengendapan kimiawi (Dewi dkk., 2015).

Menurut Nugroho dkk (2018), koagulan biasanya tergantung pada jenis koagulan yang digunakan bisa secara alami ataupun kimia. Hal tersebut dapat menggunakan keragaman *crustacea* yang berpotensi sebagai alternatif koagulan sintetik seperti penggunaan cangkang udang. Dalam rangka memanfaatkan bahan – bahan alami sebagai biokoagulan dan lebih memperkaya keragaman *crustacea* yang berpotensi sebagai alternatif koagulan sintetik, telah dilakukan beberapa penelitian terhadap tanaman yang memiliki potensi sebagai biokoagulan diantaranya cangkang keong mas (*Pomacea canalicuta*) dan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*).

Biokoagulan dinyatakan memiliki potensi yang sangat besar dalam pengolahan limbah, karena mudah dan bahan yang digunakan mudah didapatkan. Keuntungan penggunaan biokoagulan karena jumlahnya yang melimpah, harganya yang rendah, ramah lingkungan, multifungsi, dan sifatnya yang *biodegradable*. Biokoagulan mudah ditemukan dan sangat melimpah karena masih jarang dimanfaatkan oleh masyarakat. Proses pengolahan menggunakan biokoagulan memerlukan biaya lebih murah dibandingkan dengan penggunaan koagulan kimia.

2. Koagulasi dan Flokulasi

Menurut Puspitasari dan Hadi (2014), pada proses pengolahan air terutama yang berasal dari air permukaan, maka akan menurunkan atau menghilangkan zat padat tersuspensi maupun koloidal yang dapat menyebabkan kekeruhan. Koagulasi-flokulasi merupakan salah cara untuk menyisihkan atau menghilangkan partikel koloid. Koagulasi adalah suatu

proses penambahan bahan kimia atau koagulan yang memiliki tujuan untuk menghilangkan bahan-bahan limbah dalam bentuk organik yang akan membentuk flok. Koagulan yang umumnya digunakan adalah koagulan yang berbasis aluminium, yaitu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, dan koagulan berbasis ferrum/besi, yaitu FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ dan FeCl_3 .

Partikel yang memiliki ukuran yang sangat kecil tidak dapat diendapkan dalam unit sedimentasi. Selain partikel-partikel yang halus, di dalam air limbah juga terdapat koloid-koloid yang bermuatan listrik yang selalu bergerak-gerak serta tidak dapat diendapkan secara gravitasi. Oleh sebab itu digunakan suatu proses yang dapat mempermudah partikel-partikel halus atau koloid tersebut mengendap, yaitu koagulasi (Joko, 2010).

Proses flokulasi merupakan lanjutan setelah proses koagulasi, dimana pada proses ini terjadi penggumpalan mikroflok hasil dari koagulasi menjadi flok-flok yang lebih besar (makroflok) dan dapat diendapkan. Flokulasi atau pengadukan secara lambat adalah salah satu proses kontak antar partikel dalam rangka menggumpalkan partikel-partikel koloid, dimana elektrostatik antar partikel harus dikurangi. Selama proses flokulasi, kecepatan penggumpalan flok ditentukan oleh banyaknya tumbukan antar partikel yang terjadi serta keefektifan benturan tersebut (Utami, 2011).

3. Mekanisme Flokulasi dan Koagulasi

Menurut Joko (2010), partikel-partikel yang mempunyai tekstur yang sangat halus / koloid bersifat stabil di dalam air dapat dinonstabilkan muatan permukaannya dengan cara menambahkan zat koagulan sehingga

terjadi gaya tarik-menarik dan hasil akhirnya akan membentuk flok-flok. Partikel-partikel suspensi maupun koloidal-koloidal yang sudah berbentuk flok, maka hasil proses koagulan bisa dipisahkan dari air melalui proses sedimentasi atau pengendapan. Pencampuran zat koagulan dan pembentukan flok dilakukan proses pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat (koagulasi) dilakukan selama kurang lebih 10-20 menit.

Flokulasi dan koagulasi merupakan proses berhubungan dengan keberhasilan proses flokulasi, maka sangat bergantung dari proses koagulasi yang merupakan rangkaian proses pembentukan flok-flok. Proses koagulasi dan flokulasi ini dibutuhkan *flocculating agent* yaitu bahan kimia tertentu yang membantu proses pembentukan flok. Akhir-akhir ini, penggunaan polimer sintesis yang digunakan sebagai bahan kimia pendestabilisasi pada pengolahan air bersih dan limbah cair semakin meningkat. Berdasarkan pengamatan, pengolahan yang paling ekonomis dapat dicapai dengan menggunakan anionik polimer, walaupun padatan yang terkandung dalam air bermuatan negatif (Weber, 1972).

Dosis polimer yang berlebihan dapat menyebabkan koloid menjadi stabil kembali karena tidak adanya ruang untuk membentuk penghubung antar partikel. Kondisi suatu sistem yang telah didestabilisasi dan membentuk agregat dapat menjadi stabil kembali dengan meningkatkan agitasi, akibat putusnya polimer permukaan partikel dan proses berulang antara polimer tersisa dengan permukaan partikel (Weber, 1972).

Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi dan flokulasi adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan yang tepat sangatlah penting dalam proses koagulasi. Kurangnya kecepatan putaran pengadukan akan menyebabkan koagulan tidak dapat terdispersi dengan baik, begitu sebaliknya apabila kecepatan putaran terlalu tinggi akan menyebabkan flok-flok yang sudah terbentuk akan terpecah kembali sehingga terjadi pengendapan tidak sempurna (Aslamiah, 2013).

2. Dosis dan Konsentrasi Koagulan

Menurut Bangun dkk., (2013), dosis koagulan pada saat proses koagulasi suatu limbah cair tergantung pada jenis air keruhnya. Air yang tingkat kekeruhannya paling tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid pada air keruh dapat berjalan dengan baik. Jumlah dosis koagulan yang ditambahkan dapat dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan, sehingga menyebabkan adanya variasi dari proses pengendapan dari setiap konsentrasi. Terbentuknya flok terjadi dari adanya tumbukan partikel satu dengan yang lainnya juga dapat mempengaruhi konsentrasi dan dosis koagulan.

3. Pengendapan

Lumpur yang terbentuk terjadi karena adanya ditambahkan koagulan, sehingga bisa dipisahkan dengan cara pengendapan. Material-

material yang terlarut ataupun tersuspensi bisa dipisahkan pada air limbah dengan cara pengendapan (Aslamiah, 2013).

Pengujian parameter yang dilakukan dalam penelitian : Pemanfaatan Kitosan Cangkang Udang (*Litopenaeus vannamei*) Sebagai Biokoagulan Limbah Laundry “X” di Kecamatan Depok” yaitu sebagai berikut:

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) merupakan banyaknya oksigen yang diperlukan organisme pada saat terjadinya pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. BOD memiliki peran dalam proses perubahan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana. Selama pemeriksaan BOD, contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Sampel harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan (Salmin, 2005). Menurut Pakasi (2010), BOD digunakan untuk mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan yang ada pada air. BOD dipengaruhi jumlah zat organik secara langsung dan menunjukkan bahaya atau tidaknya beban pencemar pada air yang telah tercemar.

2. TSS (*Total Suspended Solid*)

Total suspended solid merupakan sejumlah bobot dalam satuan miligram/liter dapat berupa padatan kering atau lumpur yang ada di dalam limbah, kemudian disaring menggunakan membrane yang berukuran 0,45

mikron. TSS digunakan untuk melihat kemampuan pencemaran pada air limbah dan melihat efisiensi unit pengolahan air (Rahmawati dan Azizah, 2005). Menurut Bangun dkk., (2013), semakin kecil nilai TSS maka air limbah yang ada semakin jernih. Penggunaan koagulan dalam bentuk serbuk berukuran kecil akan menurunkan nilai TSS pada limbah cair semakin besar.

3. pH

Nilai pH pada biokoagulasi, memiliki nilai sekitar 4,5 – 5,5 yang bekerja yaitu garam besi dan nilai pH 5,5 – 6,3 yang bekerja adalah garam alumunium. Koagulasi dapat berjalan secara baik pada pH optimum, maka pH optimum setiap jenis koagulan dapat berbeda-beda. Semakin asam kondisi limbah semakin besar persentase penurunan fosfat (Utami, 2011).

4. Fosfat

Kadar fosfat dalam jumlah yang tinggi pada limbah cair yang masuk ke dalam perairan dapat menyebabkan dampak yaitu pengkayaan nutrient atau eutrofikasi. Limbah cair yang mengandung kadar fosfat dapat diturunkan kadarnya menggunakan proses kimia, biologi, dan, fisika. Menurut Clark dkk., (1997), penyisihan kadar fosfat dapat dilakukan dengan cara filter teraerasi secara biologis dengan menambahkan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Menurut Zairinayati dan Shatriadi (2019), cara untuk mengatasi pencemaran fosfat pada badan air yaitu dengan melakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke pembuangan air limbah, maka dapat dilakukan dengan beberapa cara :

a. *Primary Treatment* : tujuan dilakukan pengolahan ini untuk memisahkan padatan-padatan yang ada dari air secara fisik dengan cara melakukan sedimentasi atau filter. Cara filtrasi dapat dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu dengan melewati air limbah ke alat filtrasi yang telah dibuat dengan menggunakan material penyaring air limbah seperti ijuk , batu kerikil dan pasir. Pengolahan secara sedimentasi dilakukan dengan cara mengendapkan air limbah secara gravitasi sehingga partikel-partikel padat yang ada pada air limbah dapat mengendap di dasar air.

b. *Secondary treatment* : tujuan dilakukan pengolahan ini yaitu untuk mengkoagulasikan serta menghilangkan koloid-koloid dan juga menstabilkan zat-zat organik di dalam air limbah khususnya hasil dari limbah domestik. Pada pengolahan *secondary treatment* dilakukan melalui dua proses yaitu proses secara aerobik yaitu menguraikan bahan organik karena adanya oksigen dalam air limbah dan proses kedua yaitu dengan cara anaerobik dimana bahan organik diuraikan tanpa adanya oksigen.

c. *Tertiary Treatment* : proses ini merupakan lanjutan dari *secondary treatment*. Pada proses ini bertujuan menghilangkan nutrisi/unsur-unsur hara khususnya nitrat dan fosfat, pada tahap akhir digunakan bakteri untuk mendegradasi kadar fosfat pada air limbah *laundry*.

5. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan yang berfungsi mengoksidasi zat-zat organik di dalam limbah cair dengan cara memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber

oksigen. Semakin tinggi kadar COD di dalam badan air, maka semakin tinggi juga zat organik yang ada di dalam limbah cair. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah kadar COD, maka zat organik di dalam limbah rendah (Putri dkk., 2015).

6. Turbiditas atau Kekeruhan

Turbiditas atau kekeruhan merupakan sifat optik larutan yang mengandung zat tersuspensi di dalam air. Intensitas cahaya yang dihamburkan semakin tinggi, maka tinggi pula kekeruhan begitu pula sebaliknya. Pengaruh kekeruhan saat proses destabilisasi pada tingkat rendah akan sukar terjadi, sedangkan pada tingkat tinggi proses destabilisasi akan cepat berlangsung. Jika menggunakan dosis koagulan dalam jumlah yang sedikit, maka pembentukan flok akan tidak efektif (Aslamiah, 2013).

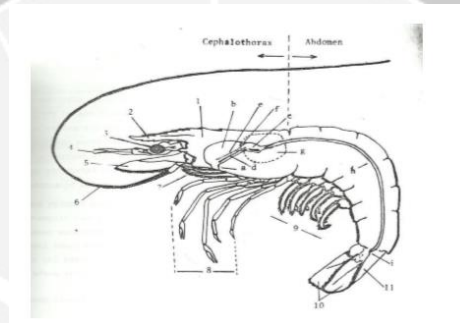
7. Jar Test

Jar test merupakan metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan dan menentukan dosis optimum pada proses penjernihan air dan air limbah. Parameter yang diukur pada proses jar test ini seperti pH, TSS dan kekeruhan, serta dosis penambahan koagulan untuk volume air limbah tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah kebutuhan koagulan dalam pengolahan air limbah yang sebenarnya. Penggunaan kecepatan tinggi bertujuan untuk memisahkan partikel-partikel dengan larutan, sedangkan penggunaan kecepatan lambat bertujuan untuk membentuk flok yang ada pada dasar gelas beker (Achmad, 2004).

C. Udang Kaki Putih (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Haliman dan Dian (2006), klasifikasi udang putih (*Litopenaeus vannamei*) yaitu:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Malacostraca
 Ordo : Decapodas
 Famili : Penaeidae
 Genus : *Litopenaeus*
 Spesies : *Litopenaeus vannamei*



Gambar 1. Morfologi Udang Putih (*L. vannamei*)
 (Haliman dan Dian, 2006)

Menurut Haliman dan Adijaya (2004), udang kaki putih mempunyai tubuh berbuku-buku dan dapat berganti kulit luar (eksoskeleton) secara periodik (*moulting*). Tubuh udang putih mempunyai bagian yang sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan makan, bergerak, dan membenamkan diri ke dalam lumpur (*burrowing*), serta memiliki organ sensor, seperti pada antenna dan antenula.

Udang mengandung senyawa aktif seperti kitosan, mineral, lipid, karotenoid, dan protein memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Komposisi udang terdiri dari nutrien, asam amino esensial, komposisi lemak, makro mineral, dan mikro mineral (Mika dkk., 2013 dalam Ngginak dkk., 2013). Selain itu di dalam

udang terdapat antitaksin yang terkandung di dalam kulit udang. Antitaksin merupakan jenis karotenoid yang banyak terkandung dalam salmon dan krustacea dengan memberikan karakteristik warna merah muda pada suatu spesies (Ciapra dkk., 2006, dalam Ngginak dkk., 2013).

D. Tawas

Menurut Burgess dkk., (2013), tawas adalah kristal berwarna putih yang berbentuk gelatin dan memiliki sifat yang bisa menarik partikel-partikel sehingga berat, bentuk dan ukurannya akan semakin besar dan mudah untuk mengendap. Tawas mempunyai nama lain yaitu Alumunium sulfat dengan rumus kimia $Al_2(SO_4)_3$. Tawas biasanya digunakan dalam penjernihan air, melalui tahap penggumpalan padatan-padatan yang terlarut ataupun tersuspensi di dalam air, sehingga bisa digunakan untuk pembersihan air sumur, zat warna tertentu, dan zat penyamak kulit.

Tawas merupakan salah satu jenis koagulan yang sering digunakan dalam proses koagulasi flokulasi, sehingga tawas dapat menurunkan kekeruhan sampai 97,94 %. Selain itu tawas mudah ditemukan seperti ditoko bangunan dan harganya yang relatif murah. Berdasarkan studi yang pernah dilakukan, senyawa alum yang ada di dalam tawas dapat memicu penyakit Alzheimer (Champbell dkk.,2002). Meskipun penggunaan tawas lebih mudah digunakan sebagai biokoagulan, tetapi koagulan tersebut memicu penyakit Alzheimer. Selain itu, penggunaan koagulan kimia pada akhir proses pengolahan menghasilkan endapan yang lebih sulit untuk menanganinya sehingga diperlukan substitusi koagulan alami dengan memanfaatkan biokoagulan.

F. Kitosan

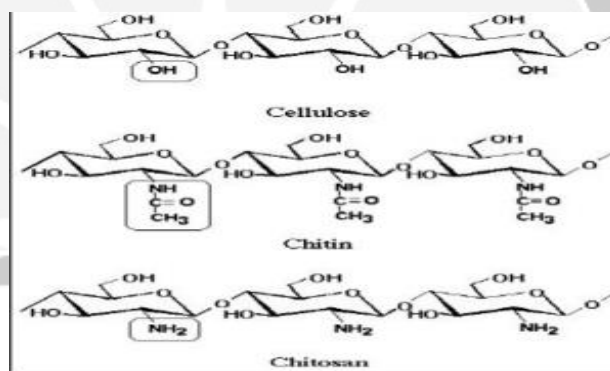
1. Deskripsi Kitosan

Kitosan yaitu salah satu polimer rantai panjang yang memiliki rumus molekul $(C_8H_{11}NO_4)_n$ yang berasal dari kitin melalui adanya proses deasetilasi secara sempurna maupun sebagian dengan cara menghilangkan gugus asetil (CH_3-CO) dengan atom hidrogen (H) menjadi gugus amina (NH_2) (Yoshida dkk., 2009, dalam Rahmat dkk., 2017). Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang memiliki rumus kimia poli (2-asetamido-2-deoksi- β -(1-4)-D-glukopiranos) dengan ikatan β -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Struktur kimia kitin memiliki kesamaan dengan selulosa, tetapi yang membedakannya yaitu oleh gugus yang terikat pada atom C kedua. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C kedua adalah OH, maka pada kitin yang terikat adalah gugus asetamida (Muzzarelli, 1985).

Kitosan merupakan senyawa polimer alam turunan kitin yang diisolasi dari limbah perikanan, contohnya cangkang udang memiliki kandungan kitin sekitar 65-70%. Biasanya bahan baku kitosan selain itu yaitu kalajengking, jamur, cumi, gurita, serangga, laba - laba dan ulat sutera dengan kandungan kitin antara 5-45 persen. Menurut Rusdianto (2010), kitin dan kitosan memiliki perbedaan yang dilihat dari kandungan nitrogennya. Kitin mempunyai kandungan nitrogen kurang dari 7%, sedangkan pada kitosan kandungan nitrogennya lebih dari 7%. Semakin tinggi kandungan nitrogen, maka daya adsorpsinya semakin kuat.

Kitosan merupakan bahan kimia yang berbentuk serat dan merupakan kopolimer berbentuk lembaran tipis, berwarna putih atau kuning, tidak berbau. Kitosan merupakan produk deasetilasi kitin melalui proses kimia menggunakan basa natrium hidroksida atau proses enzimatik menggunakan enzim *chitin deacetylase*. Serat ini bersifat tidak dicerna dan tidak diserap tubuh. Sifat menonjol kitosan adalah kemampuan mengabsorpsi lemak hingga 4-5 kali beratnya (Rismana, 2006).

Menurut Toharisman (2007), perbedaan struktur kimia dari selulosa kitin dan kitosan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Struktur Kimia Selulosa, Kitin dan Kitosan (Toharisman, 2007).

Kitosan memiliki bentuk yang spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan adalah polisakarida yang unik, karena polimer ini mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif (Angka dan Suhartono, 2000). Grup amin kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif suatu molekul seperti protein dan polimer yang lain (Goosen, 1997).

2. Karakteristik dan Kelarutan Kitosan

Menurut Junaidi dkk., (2009), kulit udang dari limbah *seafood* merupakan sumber potensial pembuatan kitin dan kitosan, yaitu biopolimer yang secara komersil berpotensi dalam berbagai bidang industri. Disamping itu, kitin dan kitosan serta turunannya mempunyai sifat sebagai bahan pengemulsi koagulasi dan penebal emulsi. Kulit udang mengandung protein 25- 40%, kalsium karbonat 45-50%, dan kitin 15- 20%. Kitin udang dapat menghasilkan sekitar 80% kitosan.

Karakteristik kitosan diantaranya struktur yang tidak teratur, bentuknya kristalin atau semikristalin. Selain itu dapat juga berbentuk padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal kitin murni. Kitosan mempunyai rantai yang lebih pendek dibandingkan dengan rantai kitin. Kelarutan kitosan dalam larutan asam serta viskositas larutannya tergantung dari derajat deasetilasi dan derajat degradasi polimer. Kitosan kering tidak mempunyai titik lebur (Shahidi dkk., 1999).

Menurut Nadia dkk., (2014), karakteristik kitosan udang yang dihasilkan meliputi warna, bentuk, kadar air (%), kadar abu (%), derajat deasetilasi (%) dan viskositas. Karakteristik kitosan komersil dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Kitosan

Sifat	Kitosan Komersil	SNI 7949:2013
Warna	Putih	Putih
Bentuk	Serbuk	Serbuk
Kadar Air (%bk)	$\leq 10\%$	$\leq 12\%$
Kadar Abu (%bk)	$\leq 2\%$	$\leq 1\%$
Derajat deasetilasi	$\geq 70\%$	$\geq 75\%$
Viskositas	Medium 200-799 cP	-

3. Sifat Kimia dan Biologi Kitosan

Sebagian besar polisakarida yang terdapat secara alami seperti selulosa, dekstran, pektin, asam alginat, agar, karangenan bersifat netral atau asam di alam, sedangkan kitosan merupakan polisakarida yang bersifat basa (Kumar, 2000). Menurut Rismana (2006), sifat alami kitosan dapat dibagi menjadi dua sifat besar yaitu berdasarkan sifat kimia dan biologi. Sifat kimia kitosan antara lain :

1. Merupakan polimer poliamin yang berbentuk linear.
2. Mempunyai gugus amino aktif.
3. Mempunyai kemampuan mengikat beberapa logam.

Menurut Rismana (2006), sifat biologi kitosan yaitu sebagai berikut:

1. Bersifat biokompatibel, sebagai polimer alami yang sifatnya tidak mempunyai dampak negatif, tidak beracun, tidak dapat dicerna, dan mudah diuraikan oleh mikroba (*biodegradable*).
2. Bersifat hemostatik, fungistatik, spermisidal, antitumor, dan antikolesterol.
3. Bersifat sebagai depresan pada sistem saraf pusat.

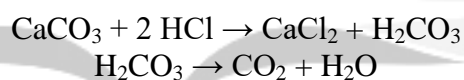
4. Cara Pembuatan Kitosan

Kitin yang diproduksi dapat diolah menjadi kitosan melalui proses deasetilasi menggunakan NaOH 50% pada suhu 130-150 °C. Kitin secara komersial diproduksi secara kimiawi dengan melarutkan kitin dalam 40-45% larutan NaOH dan presipitasinya dicuci menggunakan air. Penggunaan 1 kg cangkang udang akan diperoleh 200-250 gram kitin. Jika ingin mendapatkan

kitosan, kitin yang diperoleh direaksikan dengan larutan NaOH pada suhu 60-100 °C (Sahubawa dan Ustadi, 2014).

Pembuatan cangkang udang biasanya dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

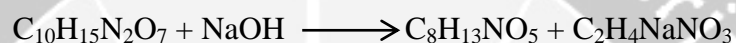
Penghilangan mineral (demineralisasi), tahap ini dilakukan dengan cara menambahkan larutan HCl. Tujuannya untuk menghilangkan mineral-mineral yang ada di dalam cangkang, terutama kalsium. Tahap pemisahan mineral yang bertujuan menghilangkan senyawa anorganik yang ada pada limbah udang, keberadaan senyawa ini berkisar antara 40 sampai 50% dari berat bahan keringnya (Rahmat dkk., 2017). Kandungan mineral utamanya adalah CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam jumlah kecil. Kadar garam yang dihilangkan menggunakan larutan HCl. Reaksi yang terjadi pada tahap demineralisasi yaitu:



Gelembung CO_2 yang dihasilkan pada tahap demineralisasi merupakan indikator adanya reaksi antara HCl dengan garam-garam mineral. Protein dan kandungan mineral dalam kulit udang juga sangat tergantung pada jenis, habitat dan musim pengambilan udang.

Penghilangan protein (deproteinasi), tahap ini bertujuan untuk menghilangkan protein dengan cara menambahkan larutan NaOH, sambil dipanaskan menggunakan suhu yang tidak terlalu tinggi. Pada tahap deproteinasi, penghilangan protein yang ada pada limbah udang sekitar 21% dari bahan keringnya. Saat proses deproteinasi, semakin kuat basa dan suhu, maka proses pemisahannya akan semakin baik. Menurut Dompeipen dkk (2016)., proses

deproteinasi larutan berubah menjadi agak kemerahan dan mengental, serta gelembung yang dihasilkan lebih. Menurut Rochima (2007), hasil protein yang terekstrak yaitu Na-proteinat, ion Na^+ mengikat ujung rantai protein yang memiliki muatan negatif, maka akan larut dengan pelarut NaOH. Kondisi yang baik pada tahap deproteinasi yaitu penggunaan larutan NaOH 3,5% (b/v) dengan suhu 65°C selama 2 jam dengan perbandingan 1 gram serbuk udang : 10 mL larutan NaOH. Reaksi proses deproteinasi yaitu:



Deasetilasi, deasetilasi kitin untuk menjadi kitosan bertujuan untuk memutuskan ikatan gugus asetil dengan atom nitrogen, sehingga akan menjadi gugus amina ($-\text{NH}_2$). Metode yang biasa digunakan untuk proses deasetilasi kitin adalah dengan menggunakan larutan alkali NaOH. Hilangnya gugus asetil dari kitin ini yang dinamakan dengan derajat deasetilasi. Menurut Champagne (2002), konsentrasi NaOH berbanding lurus dengan derajat deasetilasi yang didapat. Semakin kuat larutan basa yang digunakan, maka semakin besar konsentrasi OH^- dalam larutannya yang dapat meningkatkan kekuatan basa untuk mempengaruhi proses deasetilasi gugus asetil dari gugus asetamida kitin (Azhar dkk., 2010).

Derajat deasetilasi merupakan parameter untuk menentukan mutu kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang dihilangkan dari rendemen kitin ataupun kitosan. Semakin tinggi derajat deasetilasi dari kitosan yang dihasilkan, maka gugus asetilnya semakin rendah, sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogen akan semakin kuat (Knoor, 1982). Menurut Harjanti (2014), derajat deasetilasi kitosan dapat ditentukan dengan cara menggunakan *Fourier Transform*

Infrared Spectroscopy (FTIR) dengan panjang gelombang 4000 cm^{-1} sampai dengan 600 cm^{-1} . Derajat deasetilasi bisa ditentukan dengan cara metode *base line* yang dirumuskan oleh Baxter. Derajat deasetilasi dihitung dengan perbandingan antara absorbansi pada 1655 cm^{-1} sebagai pita serapan arbonil gugus N-asetil dengan absorbansi pada 3450 cm^{-1} sebagai pita serapan gugus NH_2 .

Derajat deasetilasi menunjukkan banyaknya gugus asetil yang hilang saat tahap deasetilasi di dalam pembuatan kitosan. Derajat deasetilasi terendah yang dimiliki kitosan berdasarkan literatur yang didapatkan menunjukkan rentang 40%, 50%, sampai 60% (Setiawan, 2011). Semakin tinggi derajat deasetilasi yang dihasilkan, maka semakin kitosan akan semakin murni (Suptijah dkk.,2011).

Menurut Harjanti (2014), pengukuran derajat deasetilasi dapat dilihat dari kurva yang tergambar oleh spektrofotometer. Puncak tertinggi (P_o) dan puncak terendah (P) diukur dan dicatat menggunakan garis dasar yang dipilih. Nisbah absorbansi dihitung dengan rumus:

$$A = \log \frac{P_o}{P}$$

P_o : P merupakan perbandingan absorbansi pada 1655 cm^{-1} dengan absorbansi 3450 cm^{-1} . Nilai N-deasetilasi dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ N-deasetilasi} = 1 - \frac{A_{1655}}{1,33 \times A_{3450}} \times 100\%$$

Keterangan:

- P_o = Jarak antara garis dasar dengan garis singgung antara dua puncak tertinggi dengan panjang gelombang 1655 cm^{-1} atau 3450 cm^{-1} .
- P = Jarak antara garis dasar dengan lembah terendah dengan panjang gelombang 1655 cm^{-1} atau 3450 cm^{-1} .
- A_{1655} = Absorbansi pada panjang gelombang 1655 cm^{-1} .
- A_{3450} = Absorbansi pada panjang gelombang 3450 cm^{-1} .
- 1,33 = Konstanta untuk derajat deasetilasi yang sempurna.

Menurut Setiawan (2011), pembacaan spektrofotometri *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pembacaan hasil yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

1. Kondisi sampel kitosan harus kering, karena keberadaan air yang ada di dalam kitosan dapat mempengaruhi intensitas dalam pembacaan pita hidroksi di A_{3450} .
2. Penentuan *base line* yang berbeda-beda dapat menghasilkan nilai derajat deasetilasi yang berbeda juga.

F. Hipotesis

1. Kitosan cangkang udang (*Litopenaeus vannamei*) memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry* pada parameter pH, turbiditas, fosfat, BOD, dan COD mencapai $\geq 50\%$.
2. Dosis optimum kitosan cangkang udang (*Litopenaeus vannamei*) terbaik untuk menurunkan kadar pencemar limbah *laundry* yaitu penambahan kitosan udang sebanyak 3 gram.
3. Derajat deasetilasi kitosan cangkang udang (*Litopenaeus vannamei*) mencapai $\geq 70\%$.