

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara agraris yang memiliki luas lahan pertanian yang cukup besar. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019, luas lahan pertanian di Indonesia mencapai 7,46 juta hektar dengan jumlah petani sebanyak 34,6 juta orang. Berbagai jenis tanaman dapat tumbuh di Indonesia, salah satunya adalah jagung. Indonesia termasuk ke dalam negara produsen jagung terbesar di dunia pada urutan ke-8. Pada tahun 2018, produksi jagung di Indonesia mencapai 30,1 juta ton dan produksi jagung nasional rata-rata dalam 6 tahun terakhir meningkat sebanyak 12,49% setiap tahun.

Provinsi penghasil jagung terbesar di Indonesia adalah Jawa Timur. Pada tahun 2020, BPS mencatat bahwa Jawa Timur memiliki luas lahan panen sebesar 11,9 juta hektar dan dapat menghasilkan 5,37 juta ton jagung. Salah satu daerah penghasil jagung terbesar di Jawa Timur adalah kabupaten Lamongan. Pada tahun 2010-2017, Lamongan tercatat dapat menghasilkan jagung sebanyak 2,5829 juta ton, yaitu 5,43% dari total produksi jagung Jawa Timur.

Jagung yang diproduksi dapat menghasilkan berbagai macam limbah salah satunya adalah tongkol jagung. Produksi jagung yang semakin meningkat dapat mempengaruhi kapasitas limbah tongkol jagung yang akan dihasilkan. Tongkol jagung atau janggol merupakan bagian dari buah jagung setelah biji dipipil dengan persentase sebesar 40-50% berat dari keseluruhan jagung. Tongkol jagung memiliki kandungan serat kasar tinggi serta protein dan pencernaan rendah sehingga dalam pemanfaatannya dapat ditingkatkan dengan teknologi pengolahan fermentasi. Kandungan nutrisi dalam tongkol jagung meliputi kadar air (29,54%), bahan kering (70,45%), protein kasar (2,67%), dan serat kasar (46,52%) (Prastyawan et al., 2012). Limbah tongkol jagung yang dihasilkan di Indonesia sekitar 2,292 juta ton per tahun sampai 2,865 juta ton per tahun dimana sebagian besar limbah tersebut hanya dibuang dan dibakar. Selama ini masyarakat cenderung memanfaatkan limbah tongkol jagung hanya sebagai bahan pakan ternak. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai guna dari limbah tongkol jagung adalah dengan menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan *xanthan gum*.

Xanthan gum dapat digunakan sebagai agen pembentuk dan pengemulsi pada kosmetik dan obat-obatan, serta pengikat minyak dalam proses *enhance oil recovery*. *Xanthan gum* juga dapat diaplikasikan ke dalam industri makanan sebagai bahan pengental dan pengendali tekstur (Purwadi & Lim, 2010). Pabrik *xanthan gum* akan didirikan di Lamongan, Jawa Timur sehingga kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi.

I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan bahan baku utama untuk membuat *xanthan gum* seperti pada Gambar I.1. Tongkol jagung termasuk dalam bagian dari jagung yang dapat diolah menjadi produk. Kandungan dalam tongkol jagung sebagian besar tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Persentase kadar selulosa (42%) dalam tongkol jagung tergolong tinggi sehingga dapat digunakan untuk membuat *xanthan gum*.



Gambar I.1. Tongkol Jagung

Tabel I.1. Komposisi Kimia Tongkol Jagung (Schwietzke et al., 2009)

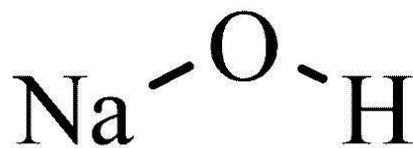
Komposisi	% berat
Selulosa	42
Hemiselulosa	33
Lignin	18
Abu	1,5
Air	5,5

Tabel I.2. Komposisi Unsur Tongkol Jagung (Anukam et al., 2017)

Elemen	% berat
C	44,4
H	5,6
N	0,43
S	1,3
O	48,27

I.2.2. Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida merupakan salah satu bahan baku pendukung untuk membuat *xanthan gum* seperti pada Gambar I.2. Pada prarancangan pabrik ini natrium hidroksida akan digunakan dalam ekstraksi alkalin. Bahan tersebut bersifat korosif dan berbahaya sehingga dapat menyebabkan kulit terbakar dan terjadi kerusakan pada mata.



Gambar I.2. Struktur Molekul Natrium Hidroksida

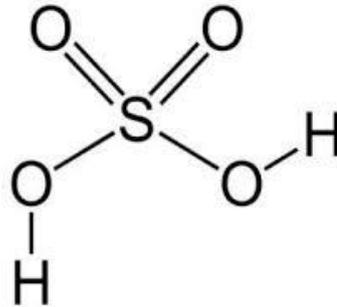
Tabel I.3. Sifat Fisika dan Kimia Natrium Hidroksida (Smartlab, 2019)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk	Padat
Warna	Putih
Bau	Tak berbau
Rumus molekul	NaOH
Berat molekul	40 g/gmol
pH (20 ⁰ C)	>14 pada 100 g/L
Titik lebur	319-322 ⁰ C
Titik didih (1.013 hPa)	1.390 ⁰ C
Densitas (20 ⁰ C)	2,13 g/cm ³
Kelarutan dalam air (20 ⁰ C)	1.090 g/L

I.2.3. Asam Sulfat

Asam sulfat merupakan bahan pendukung dalam pembuatan *xanthan gum* yang berfungsi untuk memecah selulosa menjadi glukosa dengan struktur molekul seperti pada Gambar I.3. Pada prarancangan pabrik ini asam sulfat akan digunakan dalam

reaksi hidrolisis. Bahan ini memiliki sifat korosif terhadap logam dan berbahaya sehingga dapat menyebabkan kerusakan mata dan kulit terbakar.



Gambar I.3. Struktur Molekul Asam Sulfat

Tabel I.4. Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat (Smartlab, 2017)

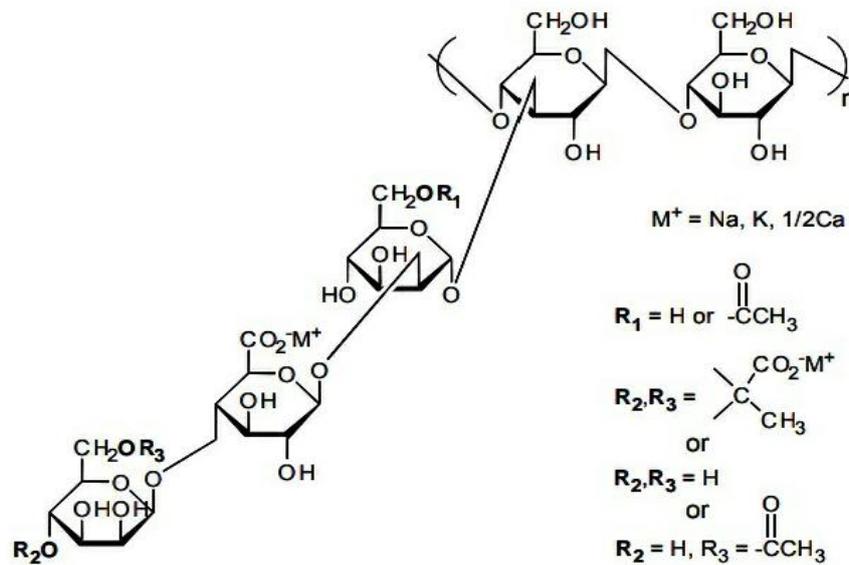
Karakteristik	Keterangan
Bentuk	Cair
Warna	Tidak berwarna
Bau	Tak berbau
Rumus molekul	H ₂ SO ₄
Berat molekul	98,08 g/gmol
pH (25 ⁰ C)	0,3 pada 49 g/L
Titik lebur	-20 ⁰ C
Tekanan uap (20 ⁰ C)	0,0001 hPa
Densitas (20 ⁰ C)	1,84 g/cm ³
Viskositas (20 ⁰ C)	24 mPa.s

I.2.4. *Xanthomonas campestris*

Xanthomonas campestris merupakan bakteri aerob gram negatif *fitopatogenik* pada tanaman pertanian yang berasal dari filum *Proteobacteria* dengan famili *Xanthomonadaceae*. *Xanthomonas campestris* memiliki kemampuan untuk memproduksi *xanthan gum* yang berfungsi sebagai pelindung bakteri dari perubahan kondisi lingkungan dan toksin (Hasan et al., 2019). Sel *Xanthomonas campestris* muncul sebagai batang lurus tunggal dengan lebar 0,4-0,7 mm dan panjang 0,7-1,8 mm. Bakteri ini memiliki flagel kutub tunggal dengan panjang 1,7–3 mm seperti pada Gambar I.4 (Ochoa, 2000).

I.2.6. Xanthan Gum Sebagai Produk Utama

Xanthan gum merupakan biopolimer yang memiliki sifat hidrofilik sehingga mudah larut dalam air dingin dan panas, tetapi tidak larut dalam kebanyakan pelarut organik seperti metanol, etanol, isopropil alkohol, dan lain-lain. *Xanthan gum* (Gambar I.6) dapat diperoleh dari aktivitas mikroorganisme dengan diberikan nutrisi yang mencukupi untuk pertumbuhannya, seperti sumber karbon dan nitrogen (Gustiani et al., 2018). Pada penelitian ini, digunakan tongkol jagung sebagai sumber karbon dan sebagai substrat dalam produksi *xanthan gum* oleh bakteri *Xanthomonas campestris*.



Gambar I.6. Struktur Molekul *Xanthan Gum*

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Xanthan gum merupakan salah satu bahan pengental yang dikembangkan dan dibutuhkan dalam sektor industri pangan. *Xanthan gum* memiliki nilai komersil yang paling baik karena menunjukkan perkembangan yang cepat dalam pemasarannya. Keunggulan dari penggunaan *xanthan gum* yaitu memiliki viskositas yang tinggi pada konsentrasi yang rendah, dan tidak sensitif terhadap temperatur (Gustiani et al., 2018). Keunggulan tersebut menjadikan *xanthan gum* sangat berperan penting dalam industri pangan, antara lain:

1. *Bakery*

Xanthan gum digunakan untuk meningkatkan pengikatan air selama pemanggangan dan penyimpanan, serta dapat memperpanjang umur simpan makanan yang dipanggang dan adonan yang didinginkan. Selain itu, *xanthan gum* juga memberikan kontribusi untuk memberikan tekstur yang halus. *Xanthan gum* dapat meningkatkan volume dan tekstur pada makanan panggang rendah kalori dan roti bebas gluten.

2. *Beverages*

Xanthan dalam minuman dapat berkontribusi pada rasa, kelarutan yang cepat dan sempurna pada pH rendah dengan suspensi tidak larut dan kompatibilitas dengan sebagian besar komponen.

3. *Dairy*

Campuran *xanthan gum*, carrageenan, guar, LBG dan galactomannans adalah stabilizer yang sangat baik untuk es krim, es susu, dan *milk shake*. *Xanthan* dengan methyl-carboxy methyl cellulose digunakan untuk produk susu beku dan *yogurt* yang diasamkan secara langsung.

4. *Dressings*

Stabilitas *xanthan gum* terhadap asam dan garam dan efektivitas pada konsentrasi rendah menjadikannya penstabil yang ideal untuk *salad dressings* yang dapat dituang. *Dressings* dengan *xanthan gum* memiliki stabilitas emulsi jangka panjang yang sangat baik dan viskositas yang relatif konstan pada rentang suhu yang luas.

5. *Syrups* dan *toppings*

Sifat larutan dari *xanthan* dapat digunakan dalam sirup dan *topping*. *Xanthan* memiliki konsistensi dan sifat aliran yang sangat baik dan karena viskositasnya yang tinggi, tampak kental dan menggugah selera pada produk seperti *pancake*, es krim, dan daging yang dimasak.

6. *Sauce* dan *gravies*

Kadar *xanthan gum* yang rendah memberikan viskositas tinggi dalam *sauce* dan *gravies* pada pH asam dan netral. Viskositas *xanthan gum* juga sangat stabil terhadap perubahan suhu dan dipertahankan dalam berbagai kondisi penyimpanan jangka panjang.

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Produksi jagung di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun yang ditunjukkan dalam grafik pada Gambar I.7. Provinsi Jawa Timur merupakan daerah penghasil jagung pertama di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2017, provinsi Jawa Timur dapat memproduksi jagung sebanyak 6,3352 juta ton. Lamongan adalah salah satu kabupaten penghasil jagung terbanyak dari tahun 2010 sampai 2017. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) total produksi jagung di Lamongan dari tahun 2010 sampai 2017 yaitu sebesar 2,5829 juta ton. Beberapa daerah sekitar Lamongan juga memproduksi jagung dalam jumlah yang cukup besar seperti pada Tabel I.6 sehingga dapat menunjang kebutuhan bahan baku.



Gambar I.7. Produksi Jagung pada Tahun 2013-2018 di Indonesia (BPS, 2018)

Tabel I.6. Data Total Produksi Jagung Sekitar Kabupaten Lamongan pada Tahun 2010-2017 dalam juta ton/tahun (BPS, 2018)

Kabupaten	Tahun							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tuban	0,4389	0,4808	0,5159	0,4318	0,4548	0,5070	0,5265	0,6273
Bojonegoro	0,1790	0,1554	0,1719	0,1665	0,1906	0,2256	0,2246	0,2040
Ngawi	0,0888	0,1002	0,1119	0,1437	0,1691	0,1887	0,2100	0,1709
Nganjuk	0,2011	0,2392	0,2677	0,2360	0,2132	0,2415	0,1649	0,2082
Mojokerto	0,1469	0,1168	0,1351	0,1226	0,1093	0,1259	0,1311	0,1520
Jombang	0,1947	0,1855	0,2428	0,1974	0,2334	0,2112	0,2413	0,2542
Gresik	0,1119	0,0939	0,1550	0,1211	0,1204	0,1125	0,1159	0,1395
Total Produksi	1,3612	1,3718	1,6003	1,4190	1,4907	1,6122	1,6144	1,7562

I.4.2. Analisa Pasar

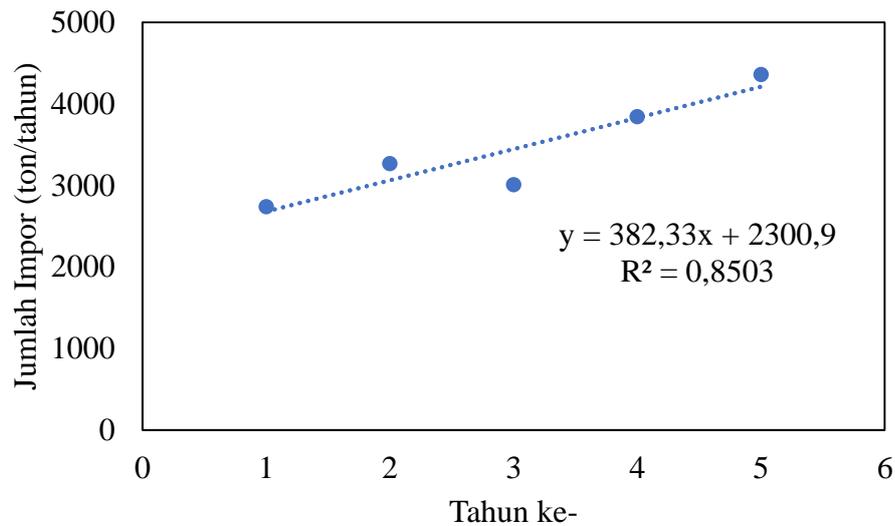
Kebutuhan akan *xanthan gum* cukup banyak sehingga dibutuhkan pemasok *xanthan gum* ke setiap perusahaan. Sejauh ini, di Indonesia masih belum terdapat pabrik yang memproduksi *xanthan gum*. Oleh karena itu, tingkat ekspor yang dilakukan di Indonesia masih belum ada. Secara umum, pabrik pengolahan *xanthan gum* menerima *supplier* dari luar negeri sehingga impor *xanthan gum* yang masuk ke Indonesia cukup tinggi.

I.4.2.1. Impor *Xanthan Gum*

Selama ini, *xanthan gum* yang masuk ke Indonesia diperoleh dari berbagai negara seperti China dan Amerika Serikat. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.722/MENKES/PER/IX/88 (1990) tentang Bahan Tambahan Makanan, *xanthan gum* dimasukkan dalam golongan pengemulsi, pemantap atau pengental. Impor bahan pengental ke Indonesia berdasarkan kebutuhan nasional Badan Pusat Statistik dari tahun 2007 hingga 2011 menunjukkan data pertumbuhan yang cenderung meningkat. Data impor bahan pengental di Indonesia disajikan pada Tabel I.7. dan dibuat kurva regresi linear antara data impor bahan pengental dengan tahun impornya seperti pada Gambar I.8.

Tabel I.7. Data Impor *Xanthan Gum* di Indonesia Tahun 2007-2011 (BPS, 2018)

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2007	2.740,604
2008	3.272,086
2009	3.014,230
2010	3.847,999
2011	4.364,287



Gambar I.8. Data Impor Bahan Pengental di Indonesia

Berdasarkan data impor yang diperoleh didapatkan persamaan regresi linear untuk menentukan hubungan antara jumlah impor bahan pengental dengan tahun prarancangan pabrik yang segera direncanakan. Persamaan regresi yang didapat adalah $y = 382,33x + 2.300,9$ dimana untuk memperhitungkan perkiraan jumlah impor pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

Tahun 2024 = tahun ke-18

$$y = 382,33x + 2.300,9$$

$$y = 382,33(18) + 2.300,9$$

$$y = 9.182,84 \text{ ton}$$

Berbagai macam bahan pengental yang beredar di Indonesia seperti *xanthan gum*, CMC, pati, *guar gum*, pektin, alginat, *arabic gum*, dan lain-lain. Berdasarkan Pulungan (1994) persentase *xanthan gum* sebesar 4% dari total bahan pengental

sehingga didapatkan jumlah impor *xanthan gum* pada tahun 2024 sebesar 367,3136 ton.

I.4.2.2. Konsumsi *Xanthan Gum*

Permintaan *xanthan gum* di Indonesia pada November 2018 adalah 822 ton dan diperkirakan meningkat sebesar 4,7% setiap bulannya (Prabawa, 2019). Sesuai dengan rencana prarancangan pabrik yang akan diadakan pada tahun 2024, maka didapatkan perkiraan jumlah konsumsi di Indonesia adalah 14.176,4 ton.

I.4.2.3. Perhitungan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pabrik *xanthan gum* dari tongkol jagung yang akan didirikan pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

Impor = 367,3136 ton

Ekspor = 0 ton

Konsumsi = 14.176,4 ton

Produksi = 0 ton

Kebutuhan pasar + Impor = Ekspor + Konsumsi

Kebutuhan pasar = (Ekspor + Konsumsi) – Impor

Kebutuhan pasar = (0 ton + 14.176,4 ton) - 367,3136 ton

Kebutuhan pasar = 13.809,0864 ton

Kekosongan pasar = Kebutuhan pasar – Produksi

Kekosongan pasar = 13.809,0864 ton – 0 ton

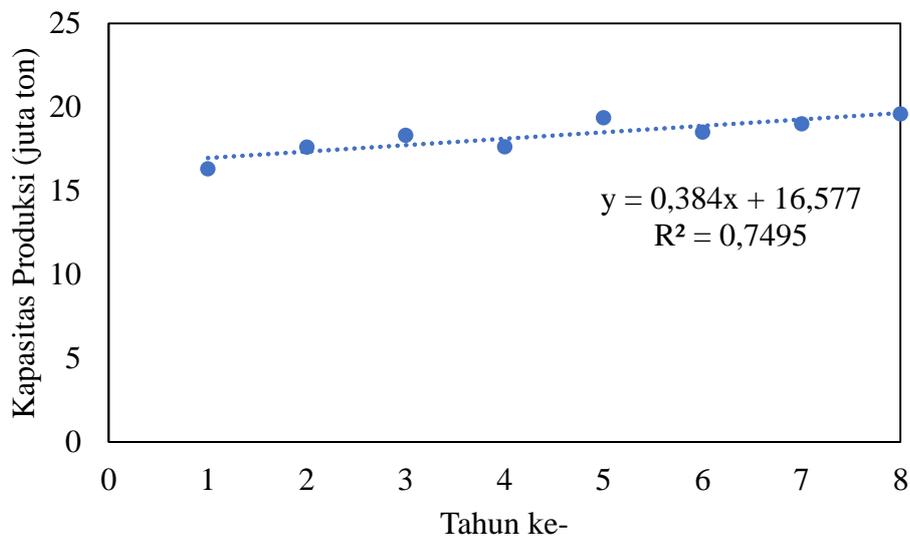
Kekosongan pasar = 13.809,0864 ton

Ketersediaan bahan baku di Indonesia pada tahun 2024:

Data produksi jagung di Indonesia pada tahun 2008-2015 disajikan pada Tabel I.10. dan dibuat kurva regresi linear antara data produksi dengan tahun produksinya seperti pada Gambar I.9.

Tabel I.10. Data Produksi Jagung di Indonesia Tahun 2008-2015 (BPS, 2016)

Tahun	Jumlah (juta ton)
2008	16,3173
2009	17,6297
2010	18,3276
2011	17,6433
2012	19,3870
2013	18,5119
2014	19,0084
2015	19,6124



Gambar I.9. Data Produksi Jagung di Indonesia

Berdasarkan data produksi yang diperoleh didapatkan persamaan regresi linear untuk menentukan hubungan antara jumlah produksi jagung dengan tahun prarancangan pabrik yang segera direncanakan. Persamaan regresi yang didapat adalah $y = 0,384x + 16,577$ dimana untuk memperhitungkan perkiraan jumlah produksi pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

Tahun 2024 = tahun ke-17

$$y = 0,384x + 16,577$$

$$y = 0,384 (17) + 16,577$$

$$y = 23,105 \text{ juta ton}$$

Persentase tongkol jagung merupakan 40-50% berat dari keseluruhan jagung sehingga diperkirakan pada tahun 2024 limbah tongkol yang dihasilkan sebesar 9,242 hingga 11,5525 juta ton.

Dari hasil perhitungan neraca massa dengan basis massa bahan baku 10.000 kg/hari dapat diperoleh produk *xanthan gum* sebanyak 3.017,5993 kg/hari atau setara dengan 30,17%. Untuk memenuhi kekosongan pasar terhadap kebutuhan *xanthan gum* sebesar 13.809,0864 ton diperlukan tongkol jagung sebesar

$$= \frac{100\%}{30,17\%} \times 13.809,0864 = 45.770,9195 \text{ ton}$$

Karena kebutuhan tongkol jagung sebesar 45.770,9195 ton masih dapat dipenuhi oleh pasar maka kapasitas produksi pabrik *xanthan gum* dari tongkol jagung direncanakan sebesar 15.000 ton/tahun.