

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar belakang**

Indonesia disebut sebagai negara agraris karena sebagian besar penduduknya bekerja pada sektor pertanian. Sektor pertanian merupakan sektor yang sangat strategis dalam pembangunan ekonomi nasional, terutama pada sektor industri *agrochemical*. Menurut Kementerian Pertanian, seiring perkembangan dan kemajuan zaman dapat dilihat dari nilai pertumbuhan luas lahan pertanian atau perkebunan industri yang meningkat. Oleh sebab itu, semakin meningkatnya industri pertanian juga selaras dengan peningkatan jumlah kebutuhan bahan kimia pendukung terutama pada kebutuhan herbisida. Namun sangat disayangkan, tidak adanya industri herbisida di dalam negeri, melainkan kebutuhan di Indonesia dicukupi dengan mengimpor dari negara lain.

Dua bahan aktif herbisida yang sering digunakan di Indonesia adalah glifosat (*N-phosnomethyl glycine*) dan paraquat (*paraquat dichloride*). Glifosat adalah herbisida sistemik purna tumbuh yang ditemukan pada tahun 1971 dan tergolong dalam organofosfor yang merupakan turunan dari asam amino glisin, diaplikasikan pada gulma akan terjadi penghambatan dalam biosintesa asam amino aromatik yaitu menghambat enzim EPSPS (*5-enolpyruvilshikimate-3-phosphate syntase*). EPSPS merupakan enzim dalam jalur biosintesa asam amino aromatik yang mengubah S-3-P (*shikimate-3-phosphate*) menjadi EPSP (*enolpyruvilshikimate-3-phosphate*) dan akhir pembentukan mengarah pada produksi asam amino (O Duke and B Powles, 2008). Paraquat adalah herbisida kontak purna tumbuh dengan tujuan mematikan gulma dengan cara menangkap elektron pada proses fotosintesis dan membentuk radikal bebas yang dapat merusak membran sel. Pada penggunaan glifosat terhadap gulma jauh lebih lama dikarenakan proses munculnya kembali gulma relatif lebih lama dibandingkan herbisida kontak. Untuk memenuhi kebutuhan industri di dalam negeri, Indonesia mengimpor glifosat dari berbagai negara seperti Belgium, China, Finland, Jerman, Hong Kong, India, Italia, Jepang, Korea, Malaysia, Singapura, Switzerland, Taiwan, dan Amerika Serikat, dengan rata-rata nilai impor pertahunnya sebesar  $\pm 2000$

ton/tahun (Badan Pusat Statistika, 2020). Kebutuhan glifosat di Indonesia akan semakin meningkatnya seiring dengan meningkatnya luas lahan pertanian dan perkebunan industri setiap tahunnya. Oleh sebab itu, dengan upaya mengurangi kebutuhan impor dan kekosongan pasar terhadap kebutuhan glifosat, dilakukan pendirian pabrik glifosat di Indonesia yang akan mempunyai peluang dan prospek yang cukup besar. Hal ini, bertujuan menghemat devisa negara dalam impor, penyarapan tenaga kerja, serta sumber utama pendapatan rumah tangga perdesaan.

## **I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk**

### **I.2.1. Bahan Baku Utama dan Produk**

#### **I.2.1.1. Etilen Oksida (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)**

Tabel I.1. Sifat Fisika dan Kimia Etilen Oksida (Sigma Aldrich, 2020)

Berat molekul	44,054 kg/kmol
Densitas pada 25°C	0,862 g/ml
Wujud	Gas
Titik didih pada 1 atm	10,3°C
Titik leleh pada 1 atm	-112,2°C

Etilen Oksida merupakan senyawa kimia berbentuk gas tidak berwarna dan memiliki bau seperti eter, senyawa ini memiliki sifat reaktif yang dapat menyebabkan ledakan jika dipanaskan berlebihan pada fasa uap hal ini dikarenakan struktur cincinnya mudah terbakar yang terjadi pada kondisi eksotermis.

#### **1. Reaksi dengan air**

Etilen oksida yang bereaksi dengan air akan menghasilkan etilen glikol yang kemudian dari produk tersebut etilen oksida akan bereaksi lagi membentuk di- dan tri-etilen glikol

#### **2. Reaksi dengan senyawa ikatan rangkap**

Etilen oksida dapat tereaksikan dengan senyawa ikatan rangkap misalnya senyawa CO<sub>2</sub> yang kemudian membentuk senyawa siklis yaitu etilen karbonat

### 3. Dekomposisi

Pada suhu 400°C etilen oksida akan terdekomposisi membentuk senyawa hidrokarbon sederhana seperti CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> atau CH<sub>3</sub>CHO yang terjadi akibat isomerisasi menjadi asetaldehid sebagai langkah awal.

#### I.2.1.2. Amonia (NH<sub>3</sub>)

Tabel I.2. Sifat Fisika dan Kimia Amonia (NH<sub>3</sub>) (LabChem, 2017)

Berat molekul	17,03 kg/kmol
Densitas pada 25°C	0,602 g/ml
Wujud	Gas
Titik didih pada 1 atm	-33,55°C
Titik leleh pada 1 atm	-77,85°C

Amonia merupakan senyawa kimia yang banyak ditemukan dalam industry pupuk urea karena dijadikan sebagai bahan baku, senyawa ini memiliki bau yang cukup tajam yang pada kondisi konsentrasi tinggi di udara dapat menyebabkan masalah kesehatan pada paru-paru, kulit dan mata selain itu ammonia memiliki sifat korosif yang tinggi jika dikontakkan dengan tembaga dan aluminium.

#### 1. Reaksi dengan gas CO<sub>2</sub>

Ammonia dapat bereaksi dengan gas karbondioksida dan akan menghasilkan ammonium karbonat yang kemudian terdekomposisi menjadi urea dan air.

### I.2.2. Bahan Baku Pendukung

#### I.2.2.1. Natrium Hidroksida (NaOH)

Tabel I.3. Sifat Fisika dan Kimia Natrium Hidroksida (LabChem, 2018)

Berat molekul	40 kg/kmol
Densitas pada 20°C	2,13 g/ml
Wujud	Padatan putih
Titik didih pada 1 atm	1388°C
Titik leleh pada 1 atm	323°C

Natrium hidroksida juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida yang merupakan jenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida murni berbentuk putih

padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Natrium hidroksida sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, jika kontak dengan udara akan mencair dan jika dibakar akan meleleh (Kirk and Othmer, 1995).

### **I.2.2.2. Formaldehida (HCHO)**

Tabel I.4. Sifat Fisika dan Kimia Formaldehida (Kirk and Othmer, 1995)

Berat molekul	30,03 kg/kmol
Densitas pada 20°C	0,8 g/ml
Wujud	Cair
Titik didih pada 1 atm	96,7°C
Titik leleh pada 1 atm	-118°C

Formaldehida berkadar 37% massa dikenal sebagai formalin. Formaldehida terbentuk dari pembakaran bahan organik dan beberapa bahan alami. Pembentukan formaldehida sekunder terjadi di atmosfer bumi melalui oksidasi alam dan antropogenik senyawa organik yang mudah menguap. Pada suhu kamar, formaldehida adalah gas yang tidak berwarna dengan bau yang menyengat dan sangat reaktif, mudah mengalami polimerisasi, sangat mudah terbakar, dan dapat membentuk detonatif campuran di udara (Abdollahi and Hosseini, 2014).

### **I.2.2.3. Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Tabel I.5. Sifat Fisika dan Kimia Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (George and Vns, 2015)

Berat molekul	34,01 kg/kmol
Densitas pada 20°C	1,196 g/ml
Wujud	Cair
Titik didih pada 1 atm	114°C
Titik leleh pada 1 atm	-52°C

Hidrogen peroksida digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemutih, desinfektan, dan proses oksidasi. Hidrogen peroksida merupakan bahan kimia

pengoksidasi yang terbaik karena produk reaksinya adalah oksigen dan air. Untuk alasan ini, sifat pengoksidasi berharga karena menguntungkan dari sudut pandang lingkungan (Westbroek and Kiekens, 2005).

#### I.2.2.4. Fosforus triklorida ( $\text{PCl}_3$ )

Tabel I.6. Sifat Fisika dan Kimia Fosforus triklorida ( $\text{PCl}_3$ ) (PubChem, 2004)

Berat molekul	137,33 kg/kmol
Densitas pada 20°C	1,574 g/ml
Wujud	Cair
Titik didih pada 1 atm	76,1°C
Titik leleh pada 1 atm	-93,6°C

Fosforus triklorida sebagai cairan berasap yang tidak berwarna atau agak kuning dengan bau menyengat dan mengiritasi kulit seperti asam klorida. Fosforus triklorida sangat toksik jika terhirup, tertelan, dan terserap oleh kulit. Bereaksi dengan air menghasilkan asam klorida, gas yang mengiritasi dan korosif yang tampak seperti asap putih. Fosforus triklorida dapat digunakan selama elektrodposisi logam pada karet dan untuk membuat pestisida, surfaktan, aditif bensin, plasticizer, zat warna, bahan finishing tekstil, germisida, produk obat, dan bahan kimia lainnya (PubChem, 2004).

### I.2.3. Produk Utama

#### I.2.3.1. Sifat Kimia dan Fisis Glisofat ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$ )

Tabel I.7. Sifat Fisika dan Kimia Glifosat (INCHEM, 1994)

Berat Molekul	169,07 kg/kmol
Densitas pada 20°C	1,704 g/ml
Wujud	Cair
Titik didih pada 1 atm	187°C
Titik leleh pada 1 atm	184,5°C
Kelarutan dalam air pada suhu 20°C	10,1 g/L

Glifosat adalah herbisida yang bersifat sistemik. Glifosat dapat mempengaruhi pigmen klorosis berkembang, pertumbuhan berhenti hingga pertumbuhan mati. Glifosat dapat mengendalikan gulma karena herbisida terserap dengan baik hingga mencapai akar sedangkan herbisida lain telah menurunkan kemampuan pengendalian gulma. Glifosat merupakan herbisida non selektif dengan spektrum pengendalian yang luas. Glifosat sangat efektif dalam mengendalikan rumput dan gulma berdaun lebar yang berakar dalam dan diaplikasikan sebagai herbisida pasca tumbuh (Aini, Sembodo and Sugiatno, 2014).

#### 1. Dekomposisi

Glifosat yang dipanaskan melebihi suhu didihnya dapat menghasilkan gas nitrogen dan gas asam format yang beracun bagi kesehatan manusia, selain itu glifosat dapat terdegradasi dengan adanya paparan sinar UV dan air yang dapat disebut sebagai proses fotodegradasi hal ini yang akan mampu membasmi gulma dari lahan pertanian.

#### 2. Pemilihan tempat penyimpanan produk

Senyawa glifosat dapat bereaksi dengan dengan material penyimpanan berbahan baja galvanis atau baja lunak yang akan menyebabkan dihasilkannya gas hidrogen yang dapat mengakibatkan terjadinya ledakan dan kebakaran sehingga tempat penyimpanan yang cocok untuk senyawa ini adalah material berbahan dasar plastik (Aini, Sembodo and Sugiatno, 2014).

### **I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk**

#### **I.3.1. Kegunaan Produk**

Glifosat dihasilkan melalui proses reaksi antara etilen oksida ( $C_2H_4O$ ) dengan amonia ( $NH_3$ ). Kegunaan glifosat adalah sebagai herbisida sistemik purna tumbuh yang digunakan dalam pertanian atau perkebunan industri untuk mengendalikan gulma berdaun lebar dan sempit di areal Tanaman Belum Menghasilkan (TBM), Tanaman Menghasilkan (TM), maupun pembibitan (Tampubolon *et al.*, 2018).

#### **I.3.2. Keunggulan Produk**

Glifosat sebagai herbisida sistemik purna tumbuh yang disebarkan pada lahan pertanian atau perkebunan industri untuk mengendalikan gulma yang menyebabkan penurunan hasil panen. Penggunaan glifosat sebagai herbisida membutuhkan waktu 1-

2 hari untuk bisa membunuh gulma, dengan cara menghambat enzim pada proses sistem jaringan tumbuhan dengan efek yang terjadi merata keseluruh bagian tumbuhan, sehingga dapat mematikan seluruh jaringan gulma mulai dari daun hingga akar, maupun tunas di dalam tanah. Penggunaan herbisida glifosat menyebabkan rotasi pertumbuhan kembali gulma sangat lambat, sehingga dalam proses penggunaan herbisida glifosat dapat menghemat waktu, tenaga kerja, dan biaya (Rahmanto, 2019).

#### **I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar**

##### **I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku Utama**

Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan proses produksi glifosat adalah etilen oksida dan amonia.

- Etilen oksida ( $C_2H_4O$ ) diperoleh dari Shell Energy yang berlokasi di Jurong Island, Singapura dengan kapasitas produksi sebesar 65.000 ton per tahun, kadar kemurnian sebesar 99,5% (Shell Energy, 2019)
- Amonia ( $NH_3$ ) diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Kabupaten Gresik dengan kapasitas produksi sebesar 693.000 ton per tahun, kadar kemurnian sebesar 99,5% (Petrokimia Gresik, 2019)

##### **1.4.2. Ketersediaan Bahan Baku Pendukung**

Bahan baku pendukung yang digunakan untuk pembuat proses produksi glifosat adalah natrium hidroksida ( $NaOH$ ), formaldehida ( $HCHO$ ), hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), fosforus triklorida ( $PCl_3$ ), kalatis Cu, dan katalis karbon aktif.

- Natrium hidroksida ( $NaOH$ ) diperoleh dari PT. Asahimas Subentra Chemical yang berlokasi di Kota Cilegon dengan kapasitas produksi sebesar 370.000 ton per tahun, kadar kemurnian 48-50% dan 98-100%.
- Formaldehida ( $HCHO$ ) diperoleh dari PT. Arjuna Utama Kimia yang berlokasi di Kota Surabaya dengan kapasitas produksi sebesar 35.900 ton per tahun, kadar kemurnian 37-42%.
- Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) diperoleh dari PT. Peroksida Indonesia Pratama yang berlokasi di Kabupaten Karawang dengan kapasitas produksi sebesar 24.480 ton per tahun, kadar kemurnian 35%, 50%, dan 60%.

- Fosforus triklorida ( $PCl_3$ ) diperoleh dari Wuhan Kangzheng Science and Technology Co.,Ltd. yang berlokasi di Kota Wuhan China, dengan kapasitas produksi 8.000 ton/bulan, kadar kemurniam 99%.
- Katalis Cu diperoleh dari Zr Catalyst Co., Ltd. yang berlokasi di Kota Liaoning China dengan kapasitas 200 ton/bulan
- Katalis Karbon aktif diperoleh dari Zhulin Manufacturer yang berlokasi di Kota Henan, China dengan kapasitas 500 ton/bulan

#### I.4.3. Analisa Pasar

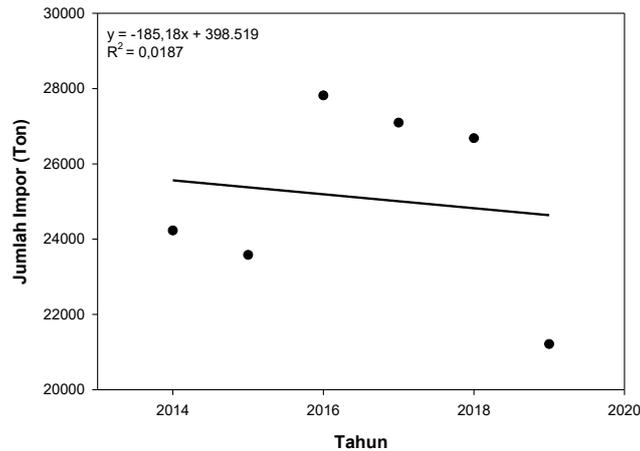
Selama ini, kekosongan kebutuhan glifosat di Indonesia masih dicukupi dengan melakukan impor glifosat dari luar negeri demi memenuhi kebutuhan tersebut, karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi glifosat.

##### I.4.3.1. Impor Glifosat

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika (BPS), berikut ini merupakan data impor glifosat di Indonesia pada tahun 2014 hingga tahun 2019 yang disajikan pada Tabel I.8. dan dibuat kurva regresi linear perkembangan impor glifosat di Indonesia seperti yang disajikan pada Gambar I.1.

Tabel I.8. Impor Glifosat di Indonesia Tahun 2014-2019 (Badan Pusat Statistika, 2020)

Tahun	Impor (ton)
2014	24.225
2015	23.577
2016	27.816
2017	27.094
2018	26.683
2019	21.209



Gambar I.1. Impor Glifosat di Indonesia

Dari kurva regresi linear pada Gambar I.1. diperoleh persamaan untuk mencari perkiraan hubungan antara tahun dan jumlah impor glifosat di Indonesia yang akan direncanakan untuk pembangunan pabrik. Persamaan yang didapatkan  $y = -185,18x + 398.519$  Dimana sumbu y merupakan jumlah impor glifosat dan sumbu x merupakan tahun impor glifosat.

Perkiraan data impor glifosat pada tahun 2024, didapatkan dari persamaan di atas. Berikut contoh perhitungan jumlah impor glifosat pada tahun 2024 sebesar:

$$y = -185,18x + 398.519$$

$$y = -185,18 (2024) + 398.519$$

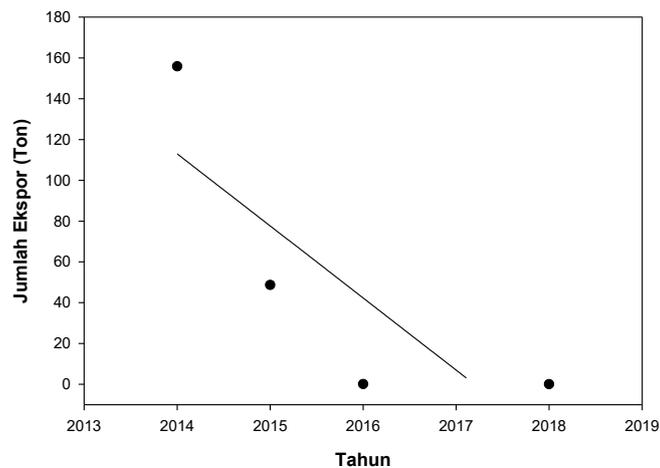
$$y = 23.714 \text{ ton}$$

#### I.4.2.2. Ekspor Glifosat

Data statistik yang di terbitkan oleh Badan Pusat Statistika (BPS) yang menunjukkan jumlah data ekspor glifosat di Indonesia dari tahun 2014 sampai 2018 yang disajikan pada Tabel I.9. Jumlah ekspor yang dilakukan di Indonesia mengalami penurunan atau terbilang rendah.

Tabel I.9. Ekspor Glifosat di Indonesia Tahun 2014-2018 (Badan Pusat Statistika, 2020)

Tahun	Ekspor (ton)
2014	155,88
2015	48,635
2016	0,046
2018	0,022



Gambar I.2. Ekspor Glifosat di Indonesia

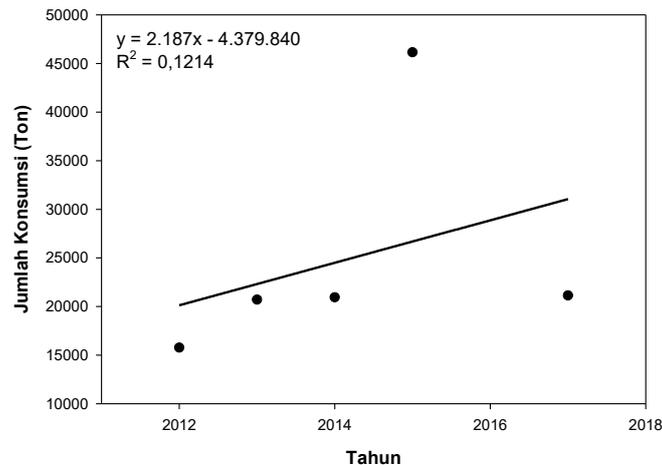
Dapat diketahui dari Gambar I.2. nilai ekspor glifosat yang sangat menurun mendekati nilai nol, sehingga perkiraan ekspor pada tahun 2024 dianggap nilai ekspor di Indonesia adalah nihil.

#### I.4.2.3. Konsumsi Glifosat di Indonesia

Berikut ini merupakan data perkembangan pemakaian glifosat di Indonesia pada tahun 2012 sampai 2017, menurut data Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku Badan Pusat Statistika (BPS). Data konsumsi glifosat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.10.

Tabel I.10. Konsumsi Glifosat di Indonesia (Badan Pusat Statistika, 2020)

Tahun	Konsumsi (ton)
2012	15.761
2013	20.702
2014	20.928
2015	46.153
2017	21.124



Gambar I.3. Konsumsi Glifosat di Indonesia

Dari kurva regresi linear pada Gambar I.3. diperoleh persamaan untuk mencari perkiraan hubungan antara tahun dan jumlah konsumsi glifosat di Indonesia yang akan direncanakan untuk pembangunan pabrik. Persamaan yang didapatkan  $y = 2.187x - 4.379.840$  Dimana sumbu y merupakan jumlah konsumsi glifosat dan sumbu x merupakan tahun konsumsi glifosat.

Perkiraan data konsumsi glifosat pada tahun 2024, didapatkan dari persamaan di atas. Berikut contoh perhitungan jumlah konsumsi glifosat pada tahun 2024 sebesar:

$$y = 2.187x - 4.379.840$$

$$y = 2.187 (2024) - 4.379.840$$

$$y = 46.648 \text{ ton}$$

**I.4.2.4. Produksi Glifosat di Indonesia**

Proses produksi pabrik glifosat di Indonesia masih belum ada, sehingga data produksi glifosat di Indonesia tidak ada.

**I.4.2.5. Perhitungan Kapasitas Produksi**

Nilai kekosongan pasar ditinjau berdasarkan nilai data ekspor, impor, produksi dan konsumsi pada tahun 2024. Berikut adalah penentuan kapasitas produksi pabrik glifosat dari etilen oksida dan amonia yang akan didirikan pada tahun 2024:

Impor = 23.714 ton

Ekspor = 0 ton

Konsumsi = 46.648 ton

Produksi = 0 ton

Kekosongan pasar = (ekspor + konsumsi) – (impor + produksi)

$$= (0 + 46.648) – (23.714 + 0)$$

$$= 22.934 \text{ ton}$$

Kelayakan pabrik dinilai berdasarkan pertimbangan berbagai macam faktor, salah satu contoh dengan membandingkan kapasitas produksi yang akan didirikan dengan pabrik sejenis yang telah melakukan produksi terlebih dahulu. Tabel I.11 menunjukkan data global produksi dari produsen glifosat pada tahun 1998.

Tabel I.11. Global Produksi Glifosat Tahun 1998 (Woodburn, 2000)

<b>Produsen</b>	<b>Lokasi Pabrik</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Zeneca	Belgium	5000
	Britania Raya	8000
Cheminova	Denmark	5000
Alkaloida	Hungaria	2000
Shenzhen Jiangshan	China	5000
CAC Chemical Co	China	2000
Hahn Jung	Korea Selatan	1800
Korea Steel	Korea Selatan	1000
AIMCO	India	1000
Shin Dar AgChem	Taiwan	5000
Shinung Corp	Taiwan	2000
Comlets Chemical	Taiwan	1000
Nortox	Brazil	1000
<b>Kapasitas produksi rata-rata (ton/tahun)</b>		<b>3061</b>

Penentuan kapasitas pabrik glifosat ditentukan berdasarkan perkiraan data kekosongan pasar terhadap glifosat pada tahun 2024. Pada Tabel I.11. merupakan rentang kapasitas produksi global dari produsen glifosat yaitu antara 1000 sampai 8000 ton/tahun. Maka, untuk menutupi kekosongan pasar di Indonesia dan menghemat devisa negara untuk mengurangi impor glifosat di negara Indonesia, ditentukannya kapasitas produksi pabrik dengan mengambil nilai kapasitas maksimum dari produsen glifosat yang sudah ada di dunia, sebesar 8000 ton/tahun sehingga dapat memenuhi kekosongan pasar sekitar 35% kebutuhan di Indonesia.