

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Profil Perusahaan Petrokimia Gresik**

Perusahaan Petrokimia Gresik merupakan produsen pupuk di Indonesia yang pada awal berdirinya disebut Proyek Petrokimia Surabaya. Nama Petrokimia sendiri berasal dari "*Petroleum Chemical*" yang disingkat menjadi *Petrochemical*, yaitu bahan-bahan kimia yang dibuat dari minyak bumi dan gas. Proyek Petrokimia Surabaya dibentuk berdasarkan Ketetapan MPRS No. II Tahun 1960 yang dicantumkan sebagai Proyek Prioritas dalam Pola Pembangunan Nasional Semesta Berencana tahap I (1961-1969) dan diperkuat dengan Surat Keputusan Presiden RI No. 260 Tahun 1960. Pembangunan proyek atas dasar instruksi Presiden No. 1/Instr/1963 dan dinyatakan sebagai Proyek Vital sesuai dengan Surat Keputusan Presiden No. 225 Tahun 1963.

Gresik dipilih sebagai lokasi pabrik pupuk didasarkan hasil studi kelayakan pada tahun 1962 oleh Badan Persiapan Proyek-Proyek Industri (BP3I) yang dikoordinir Departemen Perindustrian Dasar dan Pertambangan. Pertimbangan dipilihnya Gresik antara lain adalah cukup tersedianya lahan kosong seluas 450 hektar, cukup dekat dengan sumber air yakni sungai Brantas dan sungai Bengawan Solo, dekat dengan daerah konsumen perkebunan dan petani tebu, dekat dengan pelabuhan, serta dekat dengan Surabaya yang memiliki kelengkapan memadai. Kontrak pembangunan PT. Petrokimia Gresik diandatangani pada tanggal 10 Agustus 1964 dan mulai berlaku pada tanggal 8 Desember 1964. Proyek ini diresmikan oleh Presiden Soeharto pada tanggal 10 Juli 1972, yang kemudian tanggal tersebut ditetapkan sebagai hari jadi PT. Petrokimia Gresik.

Dalam perjalanannya, PT. Petrokimia Gresik telah mengalami sejumlah perubahan status, diantaranya adalah sebagai Perusahaan Umum (Perum) berdasarkan PP No. 55/1971, kemudian pada tahun 1975 berubah menjadi Persero berdasarkan PP No. 35/1974 jo PP No. 14/1975, kemudian berubah lagi menjadi anggota *holding* PT Pupuk Sriwidjaja berdasarkan PP No. 28/1997, dan sampai sekarang sebagai anggota *holding* PT Pupuk Indonesia (Persero) berdasarkan SK

Kementerian Hukum dan HAM Republik Indonesia nomor: AHU-17695.AH.01.02 tahun 2012. Pada tahun 2012, PT Petrokimia Gresik dipercaya pemerintah untuk meningkatkan kapasitas produksi menjadi 5,4 juta ton, atau meningkat 1,6 juta ton dibandingkan tahun 2011. Hal ini menjadikan PT Petrokimia Gresik sebagai produsen pupuk yang memasok 50% kebutuhan pupuk subsidi nasional. Selain itu, saat ini PT. Petrokimia Gresik memiliki beberapa bidang usaha yaitu Industri Pupuk, Industri Kimia, Industri Pestisida, Industri Peralatan Pabrik, Jasa rancang Bangun dan Perakayasa, serta jasa-jasa lain yang telah mampu beroperasi dengan baik, bahkan mempunyai peluang untuk terus ditingkatkan (Dapartemen Proses dan Pengelolaan Energi, 2013).

## 2.2 Pupuk Urea

Pupuk urea atau *carbamid* merupakan pupuk anorganik yang berbentuk padatan berwarna putih dan tidak berbau. Pupuk urea merupakan hasil persenyawaan  $\text{NH}_3$  (amonia) dengan  $\text{CO}_2$  (karbondioksida). Pupuk urea dengan rumus kimia  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  memiliki bentuk struktur segitiga planar. Masa atom urea adalah 60,07 g/mol (Sharma, dkk, 1975).

Pupuk urea mengandung N total berkisar antara 45-46 %, karena kandungan N yang tinggi menyebabkan pupuk ini menjadi sangat higroskopis. Pupuk urea sangat mudah larut dalam air. Sifat urea yang cepat terlarut menjadikannya cepat tersedia bagi tanaman. Namun, sifatnya ini pula yang dapat merugikan. Jika urea diaplikasikan di permukaan dan tidak dimasukkan dalam tanah, kehilangan N ke udara bisa mencapai 40% dari N yang telah diaplikasikan. Oleh karena itu efisiensi penggunaan pupuk perlu dilakukan. Unsur hara N pada urea berperan dalam pembentukan atau pertumbuhan bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Manfaat lainnya antara lain nitrogen juga membantu tanaman sehingga mempunyai banyak zat hijau daun (klorofil). Adanya zat hijau daun yang berlimpah, tanaman akan lebih mudah melakukan fotosintesis. Pupuk urea dalam proses pembuatannya sering terbentuk senyawa biuret yang merupakan racun bagi tanaman jika terdapat dalam jumlah yang banyak. Agar tidak mengganggu proses pertumbuhan pada tanaman, standar biuret pada pupuk harus

dibatasi tidak lebih dari 1,2 % Menurut SNI 2801:2010 . Syarat mutu pupuk urea sesuai dengan Tabel 2.1.

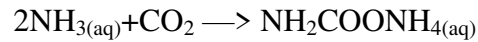
**Tabel 2.1. Syarat Mutu Pupuk Urea**

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Gelintiran
1.	Kadar nitrogen	%	Min. 46,0	Min. 46,0
2.	Kadar air	%	Maks. 0,5	Maks. 0,5
3.	Kadar biuret	%	Maks. 1,2	Maks. 1,5
4.	Ukuran	-	-	-
	1,00 mm – 3,35 mm	%	Min.90,0	-
	2,00 mm – 4,75 mm	%	-	Min. 90,0

Jika produk pupuk urea yang dihasilkan memenuhi syarat mutu pupuk urea menurut SNI 2801:2010 produk pupuk urea tersebut layak untuk digunakan. Pupuk urea yang telah memenuhi syarat baku mutu, memiliki peranan yang penting pada saat diaplikasikan pada tanaman maupun tanah. Pupuk urea memiliki peranan yang penting dalam proses metabolisme tumbuhan untuk melakukan sintesis protein. Kurangnya pemupukan dengan urea pada tanaman akan menyebabkan tanaman kekurangan unsur N sehingga menyebabkan daun pada tumbuhan berwarna pucat hingga kekuning-kuningan, bila kekurangan unsur N semakin parah akan menyebabkan daun menjadi kering sehingga tanaman tidak dapat membuat makanan melalui proses fotosintesis. Kondisi tanaman yang kekurangan unsur N sejak awal, akan menimbulkan tanaman lambat tumbuh dan kerdil sedangkan kekurangan unsur N pada buah menyebabkan keadaan buah tidak sempurna dan sering kali buah masak sebelum waktunya atau sebelum ukurannya sesuai, sehingga pemberian pupuk urea yang sesuai sangat diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rinsema, 1983). Adapun proses pembentukan pupuk urea dibuat dengan bahan baku CO<sub>2</sub> dan liquid NH<sub>3</sub> yang disuplai dari pabrik amonia. Proses pembuatan urea tersebut dibagi menjadi beberapa unit yaitu:

1. Reaktor

Amonia (NH<sub>3</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) membentuk ammonium carbamat, diikuti reaksi dehidrasi ammonium carbamat menjadi urea. Reaksi pembentukan carbamat yaitu :



Dehidrasi carbamat



Keterangan :

$$P = 166-175 \text{ kg/cm}^2$$

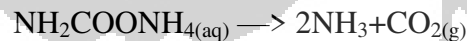
$$T = 174-177 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 = 0.64$$

$$\text{NH}_3/\text{CO}_2 = 3.5-4$$

## 2. *Stripper*

Memisahkan NH<sub>3</sub> dan menguraikan ammonium carbamat yang tidak terkonversi dalam larutan urea sintesis dengan pemasangan steam dan stripping CO<sub>2</sub>.



Keterangan :

$$P = 165-175 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 174-177 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{NH}_3 \text{ dalam larutan outlet DA-101} = 12.5 - 14.5\%$$

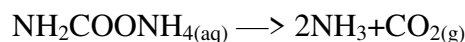
Pada tekanan parsial NH<sub>3</sub> yang rendah dan temperatur di atas 110°C urea akan terkonversi menjadi NH<sub>3</sub> dan biuret sebagaimana reaksi berikut:



Laju pembentukan biuret dalam urea molten dan *Concentrator* dengan konsentrasi NH<sub>3</sub> rendah berlangsung sangat cepat, sedangkan diproses sintesa pembentukan biuret kecil karena NH<sub>3</sub> yang cukup tinggi.

## 3. *Decomposer*

Memisahkan amonium carbamat dan akses NH<sub>3</sub> dari larutan urea dengan pemanasan dan penurunan tekanan.



Keterangan :

HP Dekomposer

P = 16-18 kg/cm<sup>2</sup>

T = 156-160°C

LP Dekomposer

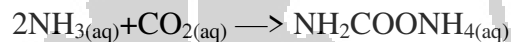
P = 2-3 kg/cm<sup>2</sup>

T = 120-128°C

Konsentrasi larutan urea outlet 70% dan NH<sub>3</sub> = 0.4%

#### 4. *Absorber*

Menyerap gas NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> dari decomposer dalam air dan larutan carbamat untuk dikembalikan ke reactor.



Keterangan :

HP absorber : P = 17.3 kg/cm<sup>2</sup>, T = 108°C

LP absorber : P = 2.3 kg/cm<sup>2</sup>, T = 50 °C

Konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam larutan dijaga

HP absorber : 39.51/ 25 cc

LP absorber : 271 / 25 cc

#### 5. *Concentrator*

Memekatkan larutan urea sampai 99.7% dengan vacuum evaporator.

Vakum konsentrator : P = 130-190 mmHg , T = 132-134°C

Final konsentrator : P = 25-50 mmHg , T = 137-140°C

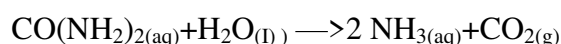
#### 6. *Prilling*

Membentuk butiran urea dengan jalan di-spray-kan dari atas menara *prilling* kemudian didinginkan dan dipadatkan dengan *fluidizing cooler*.

P = *atmospheric*, T 42-70°C, di head tank dijaga 138-140°C

#### 7. *Proses kondensat treatment*

Memisahkan uap air dari gas yang terikat (NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub>)



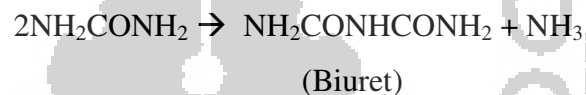
NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> stripping : P = 3.5 kg/cm<sup>2</sup>, T = 150°C

Urea *hydrolizer* : P = 18 kg/ cm<sup>2</sup>, T = 200°C (Departemen Proses dan Pengolahan Energi, 2013)

### 2.3 Biuret

Biuret adalah senyawa kimia dengan rumus kimia (NH<sub>2</sub>CONHCONH<sub>2</sub>). Ini adalah padatan putih yang larut dalam air panas. Istilah "biuret" juga menggambarkan keluarga senyawa organik dengan gugus fungsional - (HN-CO-) 2N-h. Berbagai turunan organik diketahui. Juga dikenal sebagai carbamylurea, itu hasil dari kondensasi dua ekuivalen urea. Dengan demikian, itu adalah pengotor yang tidak diinginkan dalam pupuk berbasis urea.

Biuret terbentuk akibat dekomposisi urea pada suhu parsial (NH<sub>3</sub>) yang rendah, suhu di atas 90°C dan juga dipengaruhi oleh waktu tinggal, seperti pada reaksi :



Senyawa biuret ini bersifat mengganggu tanaman karena dapat menyebabkan efek negatif pada tanah yang mempengaruhi proses nitrifikasi pada tanah dengan cara tidak mempengaruhi proses hidrolisis urea secara langsung, tetapi tidak menghambat perubahan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> menjadi NO<sub>2</sub><sup>-</sup> dan oksidasi berikutnya dari NO<sub>2</sub><sup>-</sup> menjadi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Ketika urea yang terkontaminasi biuret diaplikasikan pada tanah memiliki jumlah NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan NO<sub>2</sub><sup>-</sup> yang lebih tinggi, jika dibandingkan dengan tanah yang diberi urea yang tidak terkontaminasi biuret (Smika, 1957). Selain urea diaplikasikan pada tanah, urea banyak digunakan pada daun tumbuhan dengan cara penyemprotan daun, karena komposisi non-ionik dan kandungan N yang tinggi pada pupuk urea dapat membentuk sumber nutrisi osmotik yang relatif rendah, sehingga mengurangi risiko daun nampak terbakar akibat kandungan garam di dalamnya (Mithyantha, 1977).

Biuret dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan bibit tanaman sehingga memberikan efek yang merugikan pada munculnya bibit tanaman (Smith, 1957). Merendam benih dalam larutan biuret 2,5% sangat mengurangi perkecambahan benih dibandingkan dengan benih yang telah direndam dalam larutan yang mengandung urea saja (Hunter dan Rosenau, 2009). Namun, merendam benih jagung dalam larutan urea yang mengandung kadarbiuret rendah tidak mengganggu proses perkecambahan, kecuali pada

konsentrasi biuret yang sangat tinggi (> 5% biuret). Benih yang direndam dalam larutan biuret berkecambah secara normal, tetapi proses pertumbuhan selanjutnya menurun ketika konsentrasi larutan biuret ditingkatkan menjadi 10%, gejala toksisitas menjadi lebih parah mulai dari ujung daun yang tergulung, sampai penggelapan radikal dan koleoptil serta kematian bibit sebelum kemunculannya dari dalam tanah. Ketika biuret masuk kedalam benih perkecambahan atau akar tanaman, proses metabolisme terhambat sehingga menyebabkan perkembangan tanaman tidak normal. Biuret dapat menyebabkan kerusakan pada benih tanaman ketika kontak langsung dengan benih tanaman tersebut. Tingkat keparahan kerusakan pada benih tergantung pada sensitivitas benih tanaman, jumlah total dan konsentrasi biuret yang diterapkan, dan penempatan pupuk yang salah (Jain dan Tripathi, 1972). Efek biuret pada sintesis protein pada daun *Xanthium pennsylvanicum* ditemukan bahwa, biuret tidak menyalurkan penguraian protein pada daun, sehingga kehadiran biuret pada tanaman menghambat sintesis protein (Shindy, Fiki, dan Rini, 2018). Karena berbagai masalah yang ditimbulkan oleh senyawa biuret ini, maka pupuk urea harus dibatasi dengan batas yang ditetapkan yaitu maksimal 1,2 % (SNI 02-0760-2010).

#### **2.4 Penentuan Biuret**

Analisis kadar biuret dalam produk pupuk urea sangat penting dilakukan untuk mengetahui kualitas dari produk pupuk urea yang dihasilkan. Kadar biuret yang tinggi pada pupuk urea tidak dapat digunakan sebagai pupuk, karena biuret pada urea dengan konsentrasi yang tinggi akan menjadi racun bagi tanaman (Hunter dan Rosenau, 2009). Ada beberapa metode analisis penentuan kadar biuret dalam pupuk urea, diantaranya yaitu dengan metode spektrofotometri UV-Visibel, kromatografi kolom *ion exchange*, dan Titrasi asam basa menggunakan metode *kjeldahl*.

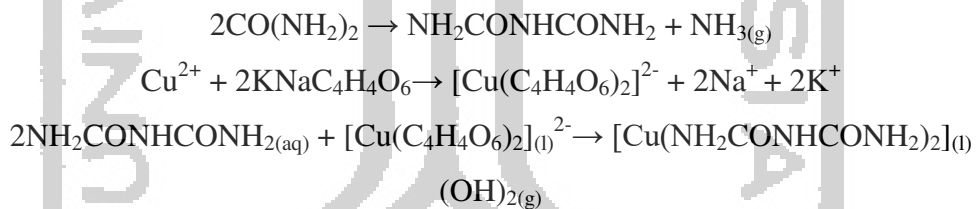
#### **2.5 Spektrofotometer UV-Visibel**

Spektrofotometer UV-Visibel adalah salah satu metode instrumen yang didasarkan pada interaksi radiasi elektromagnetik pada daerah UV (400-800 nm) dengan molekul dalam sampel. Hasil interaksi radiasi elektromagnetik pada daerah tersebut dengan spesies kimia berupa penyerapan (absorbansi). Dalam

spektrofotometri absorpsi bersifat unik dan spesifik untuk setiap zat kimia. Penamaan spektrofotometer UV-Visibel didasarkan pada penggunaan radiasi elektromagnetik yaitu pada panjang gelombang 200-400 nm dan 400-800 nm.

Prinsip dari spektrofotometri uv-visibel didasarkan pada hukum Lambert-Beer dimana jika suatu cahaya monokromatik melewati sebuah media maka akan diserap dipantulkan ataupun diteruskan. Jumlah cahaya yang diserap sebanding dengan intensitas warna larutan. Cahaya yang diserap, dipantulkan, atau diteruskan juga berbeda-beda tergantung warna larutan (Sindi, Fiki, dan Rini, 2018).

Metode ini digunakan untuk mengetahui dan menentukan kandungan biuret dalam contoh pupuk urea dengan menggunakan prinsip pembentukan senyawa berwarna. Kepekatan warna larutan dapat menunjukkan konsentrasi atom N dalam larutan, dimana semakin pekat warna larutan yang dihasilkan, mengindikasikan bahwa kadar N dalam pupuk urea tinggi. Larutan kompleks terbentuk dari reaksi biuret dengan larutan alkali tartrat dan tembaga sulfat yang diukur pada panjang gelombang 540 nm (Mulja dan Suharman, 2009). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya senyawa kompleks antara  $\text{Cu}^{2+}$  dan N dari molekul ikatan peptida senyawa biuret (Impey, 1960). Penentuan kadar biuret dengan metode spektrofotometer UV-Visibel dapat ditentukan dengan persamaan 2.1.

$$\text{Kadar Biuret } \% \frac{b}{b} = \frac{(\text{Abs S} - \text{Abs B}) \times \text{FK} \times \text{fp} \pm \text{B}}{w \times 1000} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- Abs S = absorbansi sampel
- Abs B = absorbansi blanko
- FK = faktor kalibrasi pereaksi
- fp = faktor pengenceran



$\pm B$  = intersep

$w$  = berat sampel

## 2.6 Validasi metode

Validasi metode analisis merupakan suatu tindakan yang dilakukan sebagai pembuktian terhadap parameter-parameter tertentu yang diprasyarkan dan ditetapkan sehingga hasil yang dilakukan mendapatkan hasil yang diinginkan (Khopkar, 2007). Validasi dilakukan terhadap metode tidak baku atau metode yang dikembangkan oleh suatu laboratorium. Hasil uji validasi dari pengembangan metode analisis dapat dinyatakan dalam beberapa parameter yaitu:

### 1. Uji linearitas

Uji linearitas diperbolehkan dengan mengukur konsentrasi suatu seri larutan standar minimal 5 konsentrasi yang berbeda. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan regresi linear, sehingga diperoleh nilai slope, intersep, dan koefisien korelasi. Linearitas suatu metode yang ditunjukkan dapat digambarkan dengan ketelitian pengerjaan analisis suatu metode yang ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi yaitu  $>0,995$  (Riyanto, 2014).

### 2. LOD dan LOQ

Menurut Harmita (2004), definisi batas deteksi dalam jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberi respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas kuantitas merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama (Harmita, 2004).

Batas deteksi (LOD) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan blanko. Batas kuantitasi merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang dapat dianalisis yang memenuhi kriteria cerant dan seksama (Riyanto, 2014). Batas LOD dan LOQ dapat ditentukan dengan kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi linear, diasumsikan bahwa respon instrumen  $y$  berhubungan linear dengan konsentrasi  $x$  standar untuk rentang yang terbatas konsentrasi. Hal ini dapat dinyatakan dalam model seperti  $y = ax + b$ . Menurut (Riyanto, 2014)

### 3. Presisi

Presisi atau *precision* adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual. Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku atau simpangan baku relatif (koefisien variasi). Uji presisi berarti kedekatan antar tiap hasil uji pada suatu pengujian yang sama untuk melihat sebaran antara nilai yang benar. Presisi dipengaruhi oleh kesalahan acak (*random error*), antara lain ketidakstabilan instrumen, variasi suhu atau pereaksi, keragaman teknik atau operator yang berbeda. Presisi dapat dinyatakan dengan berbagai cara antara lain dengan simpangan baku, simpangan rata-rata atau kisaran yang merupakan selisih hasil pengukuran yang terbesar dan terkecil (Hidayat, 1989). Presisi dapat dibagi tiga kategori yaitu keterulangan (*repeatability*), presisi antara (*intermediate precision*) dan ketertiruan (*reproducibility*) :

1. Keterulangan (*repeatability*) yaitu suatu sampel dianalisis pada kondisi yang sama baik oleh analis, peralatan, tempat dan dilakukan dalam waktu yang singkat.
2. Presisi antara (*intermediate precision*) yaitu bagian dari presisi yang dilakukan dengan cara mengulang pemeriksaan terhadap contoh uji dengan alat, waktu, analis yang berbeda, namun dalam laboratorium yang sama.
3. Ketertiruan (*reproducibility*) yaitu ketelitian yang dihitung dari hasil analisis berulang dengan menggunakan metode yang sama, tetapi dikerjakan oleh analis, peralatan, laboratorium dan waktu yang berbeda.

Penentuan presisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.5 dan 2.6.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$RSD(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

SD = Standar Deviasi

x = Konsentrasi Sampel

$\bar{x}$  = Konsentrasi rata-rata sampel

$n$  = Jumlah Perlakuan

Uji presisi dilakukan untuk mengetahui kedekatan atau kesesuaian antara hasil uji yang satu dengan yang lainnya pada serangkaian pengujian. Nilai presisi dapat memberikan informasi bahwa metode ini dapat digunakan sebagai metode tetap dilaboratorium. Semakin kecil nilai presisi yang diperoleh maka metode yang digunakan semakin teliti. Presisi hasil pengukuran digambarkan dalam bentuk *presentase relative standar deviation* (%RPD), uji presis dikatakan baik jika nilai  $\%RSD \leq 2$ . Apabila nilai %RSD lebih dari 2 sehingga perlu dibandingkan *CV Horwitz* (Harmita, 2004). Penentuan *CV Horwitz* dapat menggunakan persamaan pada 2.7.

$$CV\ Horwitz\ 2^{1-0,5\log C} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

*CV Horwitz* = Koefisien Variasi Horwitz

$C$  = Konsentrasi

4. Akurasi (ketetapan)

Akurasi adalah yang menunjukkan derajat kedekatan analisis dengan kadar analit sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Penentuan akurasi dilakukan dengan mengukur konsentrasi hasil analisis dengan kosntrasi yang sebenarnya dinyatakan sebagai *% recovery*.

5. Estimasi ketidakpastian

Dokumen standar Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi ISO/IEC 17025:2005 diatur dalam persyaratan mengenai estimasi ketidakpastian pengukuran, yaitu dalam butir 5.4.6. Dalam standar itu diatur bahwa laboratorium wajib mempunyai dan menerapkan prosedur untuk estimasi ketidakpastian pengukuran. Estimasi ketidakpastian pengukuran parameter yang terkait dengan hasil pengukuran, yang mencirikan penyebaran nilai-nilai yang cukup dan dapat dikaitkan dengan pengukuran (Riyanto, 2014).

## 2.7 Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah suatu prosedur uji statistik yang dimaksudkan untuk memperlihatkan bahwa dua atau lebih kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama. Pada analisis regresi, persyaratan analisis yang dibutuhkan adalah bahwa permasalahan regresi untuk setiap pengelompokan berdasarkan variabel terikatnya memiliki variansi yang sama. Jadi dapat dikatakan bahwa uji homogenitas bertujuan untuk mencari tahu apakah dari beberapa kelompok data penelitian memiliki variansi yang sama atau tidak. Dengan kata lain, homogenitas berarti bahwa himpunan data yang telah teliti memiliki karakteristik yang sama.

Beberapa faktor yang menyebabkan sampel atau populasi tidak homogen yaitu pada proses sampling yang salah, penyebaran yang kurang baik, bahan yang sulit untuk homogen, atau alat untuk uji homogenitas rusak. Apabila sampel uji tidak homogen maka sampel tidak bisa digunakan dan perlu dievaluasi kembali mulai dari proses sampling sampai penyebaran bahkan bila memungkinkan harus diulangi sehingga mendapatkan sampel uji yang homogen (Arikunto, 2006).

## 2.8 Uji Stabilitas

Uji stabilitas ditunjukkan untuk menjamin kualitas produk yang telah diluluskan dan beredar di pasaran. Melalui uji stabilitas dapat diketahui pengaruh faktor lingkungan seperti suhu, tekanan dan kelembaban. Uji stabilitas dapat dilakukan dengan menggunakan bagan kendali/*control chart* merupakan perangkat statistika yang digunakan dalam penerapan pengendalian mutu internal (*internal quality control*) pengujian kualitas lingkungan, dengan menerapkan *control chart* maka konsistensi stabilitas hasil suatu proses kegiatan pengujian dapat dikendalikan sepanjang waktu (Harvey, 2000). Proses stabilitas yang ditunjukkan dalam *control chart* diartikan sebagai suatu keadaan di mana data hasil pengujian berada dalam batas tindakan (*control/action limit*) yang dibatasi  $\pm 3$  standar deviasi (SD) dari garis tengah (*central line*). Berdasarkan data yang tersedia maka hitung mean atau rerata dapat ditentukan dengan persamaan 2.8.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{n} \dots \dots \dots (2.8)$$

Hasil perhitungan rerata yang diperoleh digunakan sebagai garis pusat (*central line*). Sedangkan *standar deviasi* atau simpangan baku (SD) dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Ketika rerata dan simpangan baku telah dihitung maka penentuan *upper control limit*(UCL) dan *lower control limit*(LCL) dapat dilakukan dengan persamaan 2.10 dan 2.11.

$$UCL = \bar{x} + 3SD \dots\dots\dots(2.10)$$

$$LCL = \bar{x} - 3SD \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

- SD = Standar deviasi
- $\bar{x}$  = Konsentrasi rata-rata sampel
- $xn$  = Konsentrasi sampel
- $n$  = Jumlah perlakuan
- UCL = *Upper Control Limit*
- LCL = *Lower Control Limit*

