

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Granulasi

Granulasi adalah proses pembesaran ukuran serbuk dimana suatu campuran serbuk yang mempunyai daya kohesi kecil dirubah menjadi ukuran partikel yang lebih besar. Granulasi dimulai dengan pencampuran bahan aktif yang diperlukan, sehingga dicapai suatu bentuk bahan aktif melalui proses campuran. Pupuk organik butiran merupakan salah satu pupuk organik konsentrat dalam kondisi kering dengan kadar air 10-20% (Musnamar, 2005).

Secara umum ada berbagai macam pupuk berbentuk padat, antara lain: bubuk, butiran kristal, tablet, padatan briket, butiran granul dll. Selain hal tersebut, dikenal juga pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal dikenal dengan susunan unsur mikronya yang sangat berpengaruh terhadap hasil yang baik. Sedangkan pupuk majemuk dikenal dengan susunan unsur makronya yang berkontribusi efektif untuk peningkatan hasil/produksi (Musnamar, 2005).

Pupuk granul merupakan jenis pupuk organik padat. Oleh karena itu menentukan kualitasnya juga mempunyai cara berbeda dengan pupuk organik cair. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan kualitas yang baik pada pupuk granul bisa dilihat dari aroma pupuk granulnya, mempunyai warna yang kehitam-hitaman, remah sehingga mudah digumpalkan dan juga mempunyai ketahanan suhu yang stabil (Fikria, 2017).

Bentuk dan ukuran pupuk organik butiran yang telah beredar dipasaran tidak jauh berbeda dengan butiran pupuk kimia seperti urea, SP-36, KCl atau pupuk majemuk seperti *Rustika Yellow*. Meskipun demikian, juga terdapat pupuk organik dengan butiran yang tidak seragam atau berupa pecah-pecahan (Musnamar, 2005).

## 2.2 Kriteria Granul yang baik

Pupuk padat merupakan sebuah pupuk yang mudah dalam proses pengaplikasiannya. Bisa mencampurkan seluruh bahan padat yang apabila bahan baku utamanya berbentuk padat. Sedangkan pada bahan utama pupuk yang berupa cair, bisa dilakukan sebagai pengganti air untuk proses pematatannya dengan cara disemprotkan. Granul lebih ekonomis dari segi bentuknya, kerana mudah dibawa kemana-mana dan tidak mudah rusak (Musnamar, 2005).

Menurut Isroi (2009) mengatakan, pupuk padat berupa granul yang baik harus memperhatikan ketelitian sebagai berikut :

- Kualitas bahan baku harus dijaga. Hal tersebut dilakukan dengan memperhatikan tingkat kehalusan pada bahan baku, agar tidak terjadi gumpalan-gumpalan pada hasil granulisi.
- Air yang digunakan sebagai bahan utama haruslah tersemprot secara merata. Dalam hal ini saya menggunakan air yang dikombinasikan dengan pupuk cair Guanoku yang sudah terkomposisi secara baik, yaitu sebagai pupuk cair dengan NPK maksimal.
- Pada mesin granulator harus diperhatikan dinding-dindingnya. Hal tersebut diupayakan agar tidak terjadi gumpalan pada dinding yang akan menyebabkan tidak meratanya proses granulisi.
- Pada operator/orang yang mengoperasikan mesin granulator haruslah orang yang berpengalaman dan juga mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi. Sebab dalam proses granulisi harus selalu diawasi bagaimana kondisi granul tersebut.

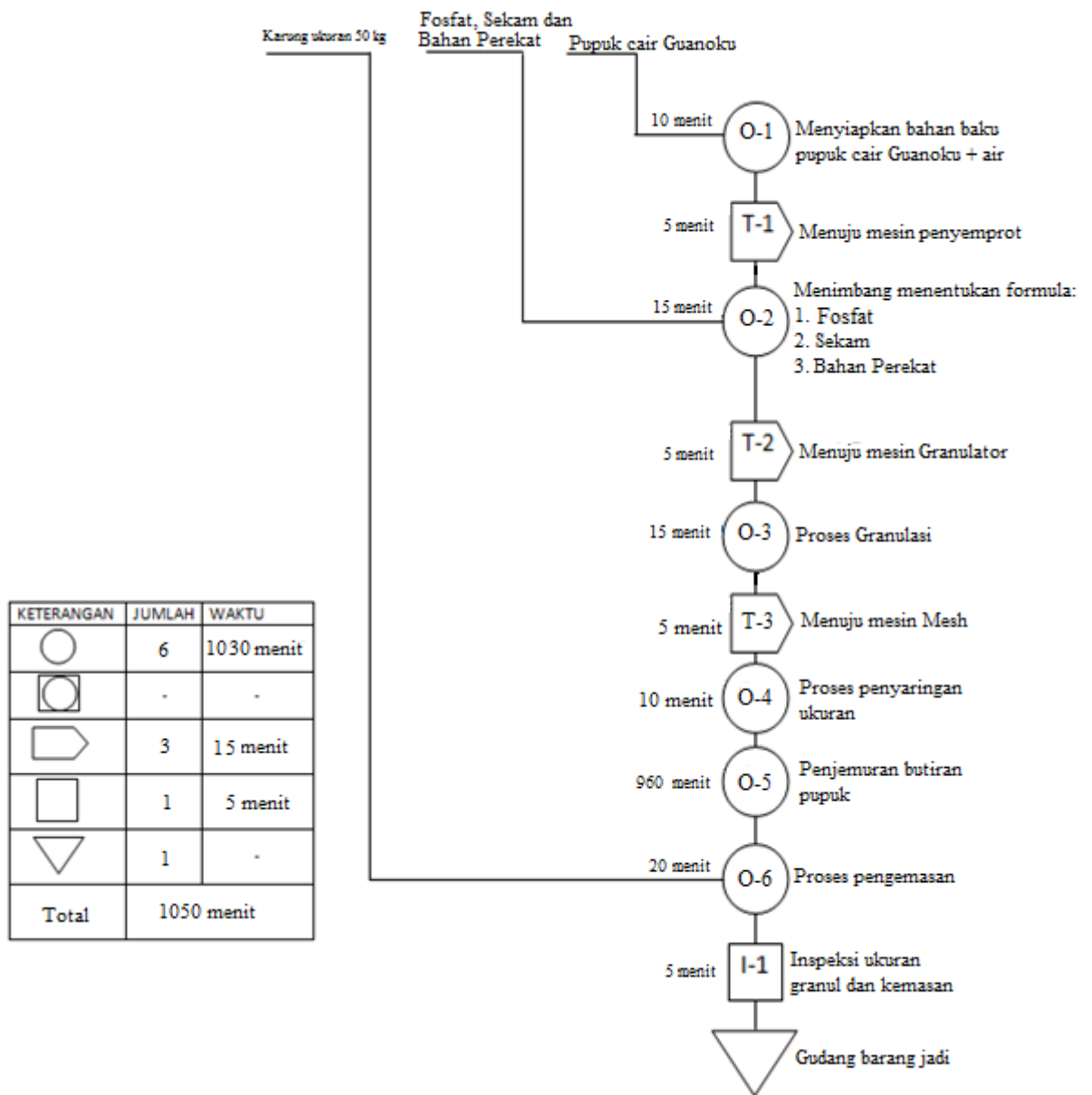
Sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu kriteria pupuk granul yang baik adalah mempunyai lapisan luar yang rata, halus dan mempunyai tingkat ukuran diameter yang sama, sehingga dibutuhkan formula yang baik dalam menciptakan pupuk padat Guano melalui proses granulisi.

## **2.3 Proses Produksi**

Proses pembuatan variasi pupuk Guanoku cukup sederhana yakni salah satunya menggunakan proses granulasi, akan tetapi membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam menentukan takaran bahan baku yang sesuai dengan perbandingan bahan dalam formula yang sudah ditentukan, berikut ini merupakan proses produksi granulasi pupuk Guanoku:

### **2.3.1 *Operation Prosess Chart (OPC)***

Peta proses operasi adalah diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan-bahan baku sejak awal sampai produk jadi (Soejanto, 2009). Granulasi berupa kotoran kelelawar mengalami proses mulai dari penyiapan bahan baku, takaran pupuk cair dengan air untuk mesin penyemprot, pencampuran dengan bahan baku pendukung, bahan baku pupuk granul mengalami proses granulasi, butiran-butiran pupuk melalui tahap penyaringan, pupuk granul yang dikeringkan, hingga akhirnya masuk dalam proses pengemasan yang bisa disebut sebagai proses terakhir dari proses granulasi kotoran kelelawar menjadi pupuk padat. Berikut ini merupakan peta proses operasi dari granulasi Pupuk Guanoku:



Gambar 2.1 *Operation Proses Chart (OPC)*

Sumber: CV Gunung Mas Gresik

### 2.3.2 Flow Proses Chart

Peta aliran proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, dan penyimpanan yang terjadi selama suatu proses atau *procedure* berlangsung, serta didalamnya memuat pula informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis waktu yang dibutuhkan dan jarak perpindahan (Soejanto, 2009). Berikut ini merupakan peta aliran proses pembuatan Pupuk Guanoku:

Tabel 2.1 *Flow Proses Chart*

KEGIATAN YANG DILAKUKAN	SIMBOL					WAKTU
	○	◻	□	◐	▽	
Menyiapkan bahan baku pupuk cair Guanoku + air	●					10 menit
Menuju mesin penyemprot						5 menit
Menimbang formula (Fosfat, Sekam dan Bahan Perekat)	●					15 menit
Bahan menuju mesin Granulator						5 menit
Proses Granulasi	●					15 menit
Butiran pupuk menuju mesin mesh						5 menit
Proses penyaringan ukuran	●					10 menit
Penjemuran butiran pupuk	●					960 menit
Proses pengemasan	●					20 menit
Inspeksi ukuran butiran pupuk dan kemasan				●		5 menit
Gudang barang jadi					●	.
Total waktu yang dibutuhkan						1050 menit

Sumber: CV. Gunung Mas Gresik

### 2.3.3 Urutan Proses Operasi

#### 1. Menyiapkan Bahan Baku

Pada proses ini bahan baku disiapkan dengan baik sehingga hasil yang optimal didapatkan dari bahan baku yang memiliki standart stabil pula. Disini bahan baku utama yang dipakai adalah bahan baku kotoran kelelawar yang berbentuk cair dengan merek Guanoku. Sehingga dapat dijadikan sebagai perekat dalam proses granulasi.

#### 2. Penyemprotan

Pada proses ini bahan baku berupa kotoran kelelawar cair dengan merek Guanoku dimasukkan ke dalam mesin *sprai*. Sehingga bahan baku pupuk cair tersebut bisa di takar kombinasinya dengan air saat penggunaan penyemprotan.

#### 3. Penimbangan dan Penentuan Formula

Proses ini sangat penting dimana dalam proses ini diperlukan ketelitian yang sangat tinggi guna menakar takaran bahan baku berupa Fosfat, Sekam dan bahan perekat. Sehingga dapat diperoleh granulasi yang kuat dengan takaran formula yang ditetapkan.

#### 4. Proses Granulasi

Setelah bahan baku ditimbang dengan ukuran yang telah ditetapkan, semua bahan baku dimasukkan kedalam mesin parabola untuk melalui proses granulasi. Proses granulasi bertujuan agar semua bahan baku bisa bercampur merata. Sehingga dengan mengalami granulasi diharapkan pupuk yang sudah menjadi butiran bisa berukuran seragam dan kuat.

#### 5. Proses Peyaringan

Setelah granul sudah mulai terbentuk, semua butiran tersebut masuk ke dalam mesin Mesh. Mesin tersebut akan memisahkan antara ukuran granul yang sesuai dengan yang tidak. Sehingga diharapkan bisa memperoleh pupuk granul dengan ukuran yang diinginkan dan seragam.

#### 6. Proses Pengeringan

Dimana proses tersebut dilakukan untuk mengurangi kadar air di dalam pupuk granul hingga 10%-20%. Proses pengeringan sendiri berjalan sekitar 960 menit untuk mendapatkan hasil yang optimal.

#### 7. Proses Pengemasan

Setelah melalui proses pengeringan dengan waktu kurang lebih 16 jam, butiran tersebut sudah dapat disebut pupuk organik padat. Pupuk organik padat kemudian di kemas dengan kantong sak dengan kapasitas 50 Kg.

#### 8. Inspeksi Ketahanan Granul

Inspeksi granul dilakukan dengan cara mengirim produk jadi dengan memilih acak sebanyak 5 Kg per 10 kantong kepada laboratorium.

#### 9. Gudang Barang Jadi

Produk yang sudah jadi kemudian menuju gudang barang jadi untuk mengalami proses penyimpanan sambil menunggu pengiriman produk jadi menuju distributor pupuk.

### **2.4 Uji Laboratorium**

Menurut PERMENPAN No. 3 Tahun 2010 menyatakan laboratorium merupakan unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan/atau pengabdian kepada masyarakat.

Sedangkan menurut Kamus Besar Buku Bahasa Indonesia (KBBI) laboratorium merupakan tempat atau kamar dan sebagainya tertentu dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan (penyelidikan dan sebagainya). Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa laboratorium merupakan

bangunan yang didalamnya dilengkapi dengan peralatan dan bahan-bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu untuk melakukan percobaan ilmiah, penelitian, praktek pembelajaran, kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi bahan tertentu.

Pada penelitian granulasi, yang diuji adalah kecepatan larut butiran pupuk. Dimana kualitas granul yang baik tidak mudah larut dan tidak terlalu lama juga saat penguraiannya. Pengujian pada percobaan ini dilakukan di labolatorium CV Gunung Mas Gresik. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian adalah :

1. Neraca manual
2. Neraca digital
3. Cawan
4. Oven
5. *Sieve shaker* type Meinzer II 2 Ampere
6. Saringan dengan ukuran 5 mm
7. Baskom
8. Tampah
9. Gelas beker
10. Stopwatch
11. Pipa sampler 1 Kg
12. Desikator
13. Air

Berdasarkan standart operasional prosedur yang di tetapkan pada CV. Gunung Mas Gresik adalah sebagai berikut:

1. Mengambil sampel acak dengan menggunakan pipa sampler sebanyak 5 Kg secara acak dari 10 karung yang berbeda.
2. Meloloskan sampel dengan mesin mesh berukuran 5 mm.
3. Homogenkan dengan menggunakan mesin *Sieve Shaker* selama 5 menit.



4. Setelah memperoleh sampel yang sesuai, sampel ditimbang untuk mengetahui berat basah dari pupuk granul.
5. Masukkan sampel yang sudah ditimbang kedalam oven dan waktu tunggu 11 jam dengan suhu  $105^{\circ} C$ .
6. Setelah 11 jam pengeringan, keluarkan sampel dan biarkan suhunya sesuai dengan suhu ruangan.
7. Timbang lagi sampel tersebut untuk mendapatkan berat sampel kering, sehingga bisa ditentukan kadar air dalam sampel tersebut.
8. Masukkan sebagian sampel pupuk granul ke dalam gelas beker dan isi dengan air hingga seluruh permukaan sampel tertutup air. Taruh sebagian sampel yang lain pada tempat yang berisi tanah.
9. Catat berapa waktu lama penguraian dari masing-masing pupuk tersebut.

Ketika semua urutan proses pengujian dilakukan maka akan diperoleh berapa komposisi granul yang terdapat pada hasil percobaan eksperimen granulasi. Sehingga dapat diperoleh usulan level pada faktor untuk mendapatkan kombinasi granulasi yang optimal.

## **2.5 Metode *Taguchi***

Metode *Taguchi* merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses pembuatan produk dalam waktu yang bersamaan dengan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin (Soejanto, 2009). Metode *Taguchi* berusaha untuk menjadikan produk atau proses tidak sensitif terhadap faktor seperti material, tenaga manusia, peralatan manufaktur dan kondisi operasional (Hartono, 2012). Metode *Taguchi* menjadikan produk atau proses bersifat kokoh terhadap noise sehingga metode ini juga disebut sebagai metode *robust design*.

Filosofi metode *Taguchi* terdiri dari tiga konsep menurut Soejanto (2009), diantaranya adalah:

1. Mewajibkan kualitas harus didesain ke dalam sebuah produk dan bukan hanya sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target. Produk harus didesain sehingga kokoh terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standart tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Metode *Taguchi* juga memperkenalkan pendekatan dengan menggunakan pendekatan desain eksperimen yang bertujuan untuk merancang suatu produk/merancang proses sehingga kualitas dapat kokoh terhadap kondisi lingkungan, merancang dan mengembangkan produk yang memiliki kualitas kokoh terhadap variasi komponen serta meminimalkan variasi sekitar target. Menurut Soejanto (2009), Metode *Taguchi* juga memiliki keunggulan seperti berikut ini:

1. Desain *Taguchi* lebih efisien karena memungkinkan untuk melaksanakan penelitian yang melibatkan banyak faktor dan jumlah.
2. Desain eksperimen *Taguchi* memungkinkan diperolehnya suatu proses yang menghasilkan produk yang konsisten dan kokoh terhadap faktor yang tidak dapat dikontrol (faktor gangguan).
3. Metode *Taguchi* menghasilkan kesimpulan mengenai respon faktor-faktor dan level dari faktor-faktor kontrol yang menghasilkan respon optimal.

Metode *Taguchi* menggunakan matrik khusus yang disebut *Matriks Ortogonal* sehingga dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter yang didapat dari jumlah eksperimen ekonomis. Bagian terpenting dari *Tools* Metode *Taguchi* ini adalah terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel input masing-masing eksperimen.

Ada dua jenis alat ukur utama dalam metode perancangan *Taguchi*, di antaranya adalah (Wahjudi, 2000):

1. *Signal-to-noise ratio* (SNR)

Untuk mendapatkan ukuran mutu selama perancangan atau pengembangan, maka diperlukan suatu indikator mutu yang baik dan tepat untuk dipakai sebagai alat evaluasi akibat dari perubahan suatu perancangan parameter.

2. *Matrik Orthogonal*

Untuk mendapatkan eksperimen yang efisien dengan dalam waktu dan bahan yang seminimum mungkin, maka diperlukan *Matrik Ortogonal*.

Dengan Metode *Taguchi* didapati keuntungan berupa kecepatan dan ketepatan untuk mendapatkan teknik informasi untuk mendesain, mengembangkan dan memproduksi dengan kualitas tinggi dan biaya rendah (Bhote, 2000).

## **2.6 Kualitas Menurut *Taguchi***

Arti kualitas menurut *Taguchi* adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan dengan umur produk atau jasa dengan meminimumkan kerugian (Belavendram, 1995). Pengertian kualitas tersebut hampir sama dengan umumnya dimana kualitas merupakan seluruh karakteristik atau bisa juga disebut spesifikasi (desain yang baik, daya tahan, kemudahan pemakaian, ekonomis dalam perawatan) dari suatu jasa atau produk yang dapat diterima oleh konsumen (Amri, 2008).

Dalam perkembangan keilmuan dalam dunia industri, ada tiga pionir utama yang memiliki beberapa pandangan terhadap kualitas. Diantaranya adalah W. Edward Deming, Joseph M. Juran dan Philips B. Crosby, berikut ini uraian perbandingan pandangan ketiganya terhadap kualitas (Amri, 2008):

- W. Edward Deming

Menyatakan bahwa kualitas merupakan suatu tingkatan yang dapat diprediksi dari keseragaman dan ketergantungan pada *cost* yang seminimum mungkin dan sesuai dengan permintaan pasar.

- Joseph M. Juran Joseph M. Juran  
Menyatakan bahwa kualitas adalah kemampuan untuk digunakan (*Fitness For Use*).
- Philips B. Crosby  
Menyatakan bahwa pengertian kualitas adalah sesuai dengan persyaratan.

Ada dua macam kualitas dalam metode *Taguchi* yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan diantaranya adalah kualitas rancangan yang merupakan variasi tingkat kualitas yang ada pada suatu produk yang memang disengaja dan kualitas kecocokan dimana seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang diisyaratkan oleh rancangan (Darsono, 2006). Kualitas kecocokan itu dipengaruhi oleh banyak banyak faktor termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan kerja, jenis sistem jaminan kualitas, seberapa jauh prosedur jaminan kualitas ini diikuti dan motivasi kerja untuk mencapai kualitas yang diinginkan (Darsono, 2006). Sedangkan menurut nilai target, karakteristik kualitas dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik Kualitas

<b>KARAKTERISTIK</b>	<b>TARGET</b>	<b>CONTOH</b>
<i>Nominal-the-best</i>	Tertuju pada nilai tertentu	<i>Voltage</i>
<i>Smaller-the-better</i>	Semakin kecil, semakin baik, seminimal mungkin sampai titik 0 ( <i>Zero</i> )	Tingkat kegagalan, Prosentase kecacatan, kerusakan alat.
<i>Larger-the-best</i>	Semakin besar, semakin baik, sebesar mungkin sampai tak terhingga	Kekuatan Mesin, ketahanan mesin, kekuatan las

Sumber: Belavendram (1995)

Salah satu tujuan Metode *Taguchi* dalam pengendalian kualitas adalah untuk memproduksi suatu produk yang kokoh terhadap semua faktor gangguan. Rekayasa Kualitas dengan Metode *Taguchi* berguna untuk mempercepat

penemuan, mencapai target dengan perbaikan terus menerus, *problem solving* yang cepat dan efektifitas efisiensi biaya dalam meningkatkan kualitas produk (Bhote, 2000).

## **2.7 Tahap Perancangan Eksperimen**

Desain eksperimen *Taguchi* pada umumnya dibagi menjadi tiga tahap yang mencakup semua pendekatan eksperimen. Tiga tahap tersebut adalah (Soejanto, 2009):

### **2.7.1 Tahap Perencanaan Eksperimen**

Tahap perencanaan merupakan tahap yang penting dimana dalam tahap ini meliputi pembentukan rumusan masalah, tujuan eksperimen, penentuan variable tak bebas, identifikasi faktor-faktor (variable bebas), pemisahan faktor kontrol dan faktor gangguan, penentuan jumlah level, letak dari kolom interaksi, perhitungan derajat kebebasan, dan pemilihan *matriks orthogonal*. Berikut ini merupakan uraian pengetahuan lebih lanjut mengenai tahap perencanaan eksperimen:

#### **1. Perumusan Masalah**

Merupakan hal pertama yang harus dilakukan dalam sebuah eksperimen guna untuk mendefinisikan masalah. Perumusan masalah harus jelas secara teknis dan spesifik, sehingga respon atau hasil eksperimen dinyatakan jelas ketika ide rumusan masalah dituangkan ke dalam sebuah eksperimen yang akan dilakukan (Soejanto, 2009).

#### **2. Tujuan Eksperimen**

Tujuan eksperimen merupakan jawaban atas pernyataan pada perumusan masalah, sehingga eksperimen harus dapat menjawab apa yang telah dinyatakan dalam perumusan masalah dengan menjadi sebab dan akibat sehingga pencarian solusi dapat dilakukan secara sistematis. Tujuan Eksperimen bisa berupa solusi seperti konsep baru, ide-ide, metode dan lainnya (Belavendram, 1995).

#### **3. Penentuan Variabel Tak Bebas**

Variabel tak bebas merupakan variabel yang perubahannya dipengaruhi atau tergantung dari variabel-variabel lain. Penentuan variabel tak

bebas sangat penting ketika merencanakan suatu eksperimen. Dalam eksperimen *Taguchi*, variabel tak bebas mempunyai tiga karakteristik kualitas. Diantaranya adalah karakteristik yang dapat diukur, karakteristik atribut dan karakteristik dinamik (Soejanto, 2009).

#### 4. Identifikasi Faktor-Faktor (Variabel Bebas)

Faktor atau variabel bebas merupakan variabel yang perubahannya tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Pada bagian ini harus dipilih faktor-faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Berikut ini merupakan beberapa *tools* untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang akan diteliti dalam sebuah desain eksperimen (Soejanto, 2009):

- *Brainstorming*

Merupakan pemikiran kreatif tentang penyebab dan pemecahan suatu masalah, tanpa melihat apakah yang diungkapkan tersebut masuk akal atau tidak menurut rasio kelogisan sebuah pikiran (Dharayanti, 2012).

- *Flowchart*

*Tools* ini berguna untuk mengidentifikasi faktor-faktor melalui *flowchart* proses pembuatan obyek yang diamatis sehingga dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap hasil respon desain eksperimen berdasarkan langkah-langkah atau prosedur pada suatu proses (Adelia, 2011).

- Diagram sebab akibat

*Tools* ini sering juga disebut sebagai diagram *ishikawa*, dimana diagram sebab akibat menjadi *tools* yang paling sering dipakai untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab (faktor-faktor) yang potensial (Tanjong, 2013).

#### 5. Pemisahan Faktor Kontrol dan Faktor Gangguan

Faktor-faktor yang diamatai terbagi menjadi faktor kontrol dan faktor gangguan, dalam penerapan metode *Taguchi* keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antara kedua faktor tersebut (Belavendram, 1995). Faktor kontrol merupakan faktor yang nilainya

dapat diatur atau dikendalikan sesuai dengan keinginan, sedangkan faktor gangguan merupakan faktor yang nilainya tidak bisa kita kendalikan, walaupun dapat kita atur faktor gangguanya, tetapi akan memakan biaya yang sangat mahal (Soejanto, 2009).

#### 6. Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor

Untuk ketelitian hasil eksperimen dan biaya pelaksanaan eksperimen, diperlukan pemilihan jumlah level yang tepat. Makin banyak jumlah level berbanding lurus dengan tingginya ketelitian data eksperimen. Akan tetapi semakin tinggi level juga mengakibatkan semakin tingginya biaya eksperimen (Belavendram, 1995).

#### 7. Perhitungan Derajat Kebebasan

Perhitungan Derajat Kebebasan digunakan untuk menghitung menentukan jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor-faktor yang diamati .

#### 8. Pemilihan *Matrik Orthogonal*

Pemilihan *matrik orthogonal* yang sesuai didasarkan pada nilai faktor dan interaksi yang diharapkan. Total jumlah derajat kebebasan juga berpengaruh terhadap pemilihan jenis *matrik orthogonal* yang dapat digunakan.

#### 9. Penempatan Kolom untuk Faktor dan Interaksi ke dalam Matriks Orthogonal

Untuk memudahkan peletakan kolom interaksi faktor pada setiap *matriks orthogonal*, maka *Taguchi* menggunakan (Belavendram, 1995):

- Grafik Linier

Grafik Linier merupakan representasi grafik dari informasi interaksi dalam suatu matriks eksperimen yang terdiri dari titik dan garis dimana untuk setiap titik pada grafik linier mewakili suatu faktor utama dan harus yang menghubungkan dua titik menggambarkan interaksi antara dua faktor utama yang bersangkutan.

- Tabel Triangular

Tabel Triangular berisi seluruh kemungkinan dan kolom-kolom interaksi untuk setiap tabel *matriks orthogonal*.

### 2.7.2 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Pada pelaksanaan eksperimen diperlukan dua kegiatan, berikut ini merupakan kegiatan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan eksperimen:

#### 1. Jumlah Replikasi

Replikasi merupakan pengulangan kembali perlakuan yang sama pada suatu percobaan dengan memperhatikan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Berikut ini merupakan tujuan dilakukannya replikasi (Soejanto, 2009):

- Menambahkan tingkat ketelitian data hasil eksperimen.
- Mengurangi nilai error atau tingkat kesalahan pada eksperimen.
- Memperoleh harga taksiran kesalahan eksperimen sehingga memungkinkan diadakannya uji signifikan hasil eksperimen.

#### 2. Randomisasi

Di dalam sebuah eksperimen selain ada faktor-faktor yang dapat diselidiki pengaruhnya terhadap variabel, juga terdapat faktor-faktor lain yang tidak terkendali atau bisa dikatakan tidak diinginkan dalam sebuah eksperimen (misalnya seperti kelelahan operator, naik/turunnya daya mesin, dan lain-lain) yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen. Pengaruh faktor-faktor tidak terkendali dapat diperkecil dengan menyebarkan pengaruh selama eksperimen dengan cara randomisasi urutan percobaan. Berikut ini maksud dari randomisasi (Wuryandari, 2009):

- Memberikan kesempatan yang sama kepada semua unit eksperimen untuk mendapatkan suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh dari setiap perlakuan yang sama.
- Mendapatkan hasil pengamatan yang *dependent* satu sama lain.
- Meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan yang terdapat pada semua unit eksperimen.



### 2.7.3 Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan data dan penyajian data dalam suatu *layout* tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih pada eksperimen yang telah dilakukan. Berikut ini merupakan perhitungan dan pengujian data yang terdapat pada tahap analisis data:

#### 1. Analisis Varians *Taguchi*

Analisis Varians merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistika (Sarwoko, 2014). Analisis ini adalah teknik menganalisis dengan menguraikan total variansi terhadap bagian-bagian yang diteliti. Dalam tahap ini dilakukan kalisifikasi terhadap hasil-hasil percobaan secara statistik sesuai dengan sumber-sumber variansi (Belavendram, 1995). Analisis varians untuk matriks orthogonal dilakukan berdasarkan perhitungan jumlah kuadrat untuk masing-masing kolom (Soejanto, 2009). Untuk analisis varians dua arah merupakan data eksperimen yang terdiri dari dua faktor atau lebih dan dua level atau lebih. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung varians dalam *Taguchi* (Belavendram, 1995):

- $S_T$  – Jumlah Kuadrat Total

$$SST = \sum_{i=1}^N Y^2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

N = Jumlah Percobaan

Y = Data Yang Diperbolehkan Dari Percobaan

- $S_A$  – Jumlah Kuadrat Faktor A

$$SST = \left[ \sum_{i=1}^{KA} \left( \frac{A_{i2}}{n_{Ai}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$A_i$  = Level ke  $i$  Faktor A

$n_{Ai}$  = Jumlah Percobaan Level ke  $i$  Faktor A

- $S_{AxB}$  – Jumlah Kuadrat Interaksi AxB

$$S_{AxB} = \frac{[Total\ AxB1]^2}{n_1} + \frac{[Total\ AxB2]^2}{n_1} + \frac{[Total\ AxB]^2}{n_1 + n_2} \quad (2.3)$$

- $S_T$  – Jumlah Kuadrat Kuadrat Error

$$SS_T = SS_A + SS_B + SS_{AxB} + SS_e \quad (2.4)$$

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AxB} \quad (2.5)$$

## 2. Uji F

Untuk membuktikan adanya perbedaan perlakuan dan pengaruh faktor dalam percobaan diperlukan uji hipotesa F (Bhote, 2000). Uji hipotesa dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan masing-masing faktor dan variansi error. Variansi error merupakan variansi setiap individu yang terdapat dalam pengamatan yang timbul akibat faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan (Hadiyat, 2012). Berikut ini merupakan rumus untuk Uji F:

$$F_{\text{sumber}} = \frac{\text{variansi karena perlakuan} + \text{variansi karena error}}{\text{variansi karena error}} \quad (2.6)$$

Hasil perhitungan  $F_{\text{sumber}}$  kemudian dibandingkan dengan nilai F pada tabel pada harga  $\alpha$  tertentu dengan menggunakan derajat kebebasan  $((k-1).(N-k))$ . Dimana  $k$  merupakan jumlah level suatu faktor dan  $N$  merupakan jumlah total perlakuan. Berikut ini merupakan hipotesa yang dipakai dalam suatu percobaan :

- $H_0$  : tidak ada pengaruh perlakuan, sehingga  $\mu_1 = \mu_2$
- $H_1$  : ada pengaruh perlakuan, sehingga sedikitnya ada satu  $\mu_1$  yang tidak sama

Jika nilai F test lebih kecil dari nilai F tabel ( $F_{hitung} < F_{tabel}$ ), maka hipotesa ( $H_0$ ) diterima, berarti tidak ada perbedaan. Berbeda apabila nilai F test lebih besar dari nilai nilai F tabel ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ), maka hipotesa ( $H_0$ ) ditolak dan ( $H_1$ ) diterima karena ada perbedaan.

### 3. Strategi *Pooling Up*

Untuk mengestimasi variansi eror pada analisis varians maka diperlukan strategi *Pooling Up* (Belavendram, 1995). Karena strategi mengakumulasi beberapa varians eror dari beberapa faktor yang kurang berarti, maka estimasi yang dihasilkan akan lebih baik. Strategi *Pooling Up* ini bertujuan untuk menguji F efek kolom terkecil terhadap kolom yang lebih besar berikutnya untuk melihat kesignifikannya (Asghar, 2014). Jika tidak ada rasio F signifikan yang muncul maka kedua efek tersebut di *pooling* untuk menguji kolom yang lebih besar berikutnya sampai rasio F yang signifikan muncul.

Kecenderungan strategi *Pooling Up* adalah dengan memaksimalkan jumlah kolom yang dipertimbangkan signifikan dengan keputusan faktor-faktor tersebut digunakan dalam percobaan selanjutnya (Pramana, 2013).

### 4. Rasio S/N

Untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon diperlukan rasio S/N (*Rasio Signal-To-Noise*). Rasio S/N merupakan sebuah rancangan untuk transformasi pengulangan data ke dalam suatu nilai yang merupakan ukuran variansi yang timbul (Wuryandari, 2009). Berikut ini merupakan penggunaan Rasio S/N yang terdiri dari beberapa tipe karakteristik kualitas (Soejanto, 2009):

- Semakin kecil, semakin baik

Merupakan kualitas dengan batas nilai 0 dan nol negatif. Nilai semakin kecil atau mendekati nol adalah yang diinginkan.

$$S/N = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r Y_i^2 \right) \quad (2.7)$$

Keterangan:

n = Jumlah pengulangan dari suatu trial

- Tertuju pada nilai tertentu

Merupakan karakteristik kualitas dengan nilai atau target tidak nol dan terbatas. Atau dengan kata lain yang mendekati suatu nilai yang ditentukan adalah yang terbaik.

$$S/N = -10 \log V_e \quad (2.8)$$

$$S/N = -10 \log \left( \frac{V_m - V_e}{nV_e} \right) \quad (2.9)$$

- Semakin besar, semakin baik

Karakteristik kualitas dengan rentang nilai tak terbatas dan non-negatif. Nilai semakin besar merupakan nilai yang diinginkan.

$$S/N = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \frac{1}{Y_{i2}} \right) \quad (2.10)$$

## 2.8 Faktor

Pemilihan faktor merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam melakukan desain eksperimen dimana faktor dapat mempengaruhi karakteristik kualitas (respon variabel) dari suatu produk. Berikut ini merupakan jenis jenis faktor yang mempengaruhi karakteristik kualitas (Belavendram, 1995):

### 2.8.1 Faktor Gangguan

Merupakan suatu parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai target. Suatu faktor gangguan dapat menyebabkan pengaruh pada karakteristik secara tidak terkendali dan sulit untuk diprediksi. Sifat dari faktor gangguan adalah mahal dan tidak menjadi sasaran pengendalian, tetapi untuk tujuan eksperimen perlu dikendalikan dalam skala kecil.

### 2.8.2 Faktor Kontrol

Merupakan parameter nilai dan ditentukan oleh ahli teknik. Faktor kontrol yang mempunyai nilai satu atau lebih disebut dengan level. Fungsi dari level faktor akan dipilih pada akhir eksperimen. Karena salah satu aspek dari perancangan kokoh adalah dengan mencari kondisi level yang paling optimal untuk faktor kontrol sehingga, karakteristik

kualitas tidak sensitif terhadap gangguan. Contoh dari faktor kontrol adalah jenis bahan baku, gaya dan temperatur.

### 2.8.3 Faktor Signal

Merupakan faktor yang mengubah nilai karakteristik kualitas yang ingin diukur. Faktor signal mempunyai nilai konstan atau disebut juga karakteristik statis dalam perancangan eksperimen. Faktor signal dapat mengambil banyak nilai dan sifat karakteristik yang dinamis, dimana faktor signal tidak ditentukan oleh ahli teknik, melainkan oleh konsumen berdasarkan hasil yang diinginkan.

### 2.8.4 Faktor Skala

Faktor skala digunakan untuk mengubah rata-rata level karakteristik kualitas guna mencapai hubungan fungsioanal yang diperlukan antara faktor signal dan karakteristik kualitas. Faktor skala bisa juga disebut dengan faktor penyesuaian.

## 2.9 Level

Level merupakan bagian dari faktor, dimana level sangat berhubungan erat dengan faktor. Berikut ini merupakan sifat faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan banyaknya level (Soejanto, 2009):

### 2.9.1 Level Faktor

Merupakan nilai tertentu atau sifat atribut yang diberikan pada suatu faktor. Nilai-nilai atau sifat dapat berupa faktor kontrol, gangguan, signal, dan skala. Berikut ini merupakan contoh faktor kontrol:

Tabel 2.3 Level-Level dari Faktor Kontrol

Respon	Kode	Level 1	Level 2	Level 3	Unit
Temperatur	A	100	110	120	°C
Gaya	B	25	30	-	Newton
Berat	C	5	7	9	Kg
Voltage	D	100	110	120	Ampere

Sumber : Belavendram (1995)

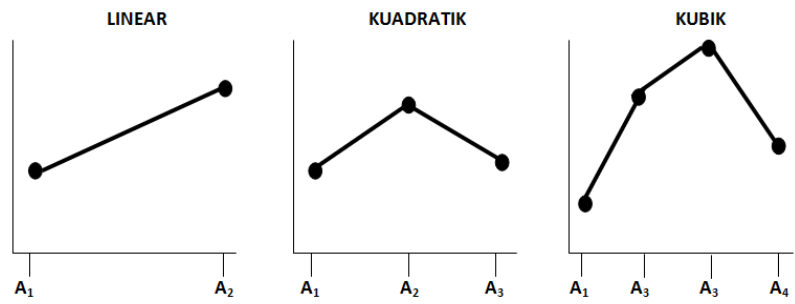
Dari tabel diatas diketahui untuk dapat melakukan perbandingan, paling tidak harus memiliki minimal dua pengukuran. Jadi suatu faktor minimal harus mempunyai 2 level. Pada tabel 2.2, faktor temperatur memiliki 3 faktor level yakni A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub>, sedangkan faktor Gaya hanya mempunyai 2 level yakni B<sub>1</sub> dan B<sub>2</sub>. Dari sini dapat diketahui bahwa berapa banyak level pengukuran atau kombinasi level dari faktor bergantung kepada peneliti itu sendiri (Soejanto, 2009). Faktor kontrol umumnya diberi lambang berupa A, B, C, D dan seterusnya. Berbeda dengan faktor noise pada umumnya diberi lambang P, Q, R, S dan seterusnya.

### **2.9.2 Banyaknya Level Dari Faktor**

Salah satu tahap penting dalam perencanaan eksperimen adalah menentukan level yang digunakan untuk tiap faktor yang dipilih dalam eksperimen (Amdila, 2013). Dalam menentukan faktor kualitatif biasanya telah jelas dari sifat permasalahan yang diteliti. Tetapi untuk memilih level yang sesuai dengan faktor kualitatif lebih sulit.

Banyak level yang dipilih pada faktor kualitatif bergantung pada pengetahuan terhadap proses atau produk yang akan menjadi tujuan eksperimen. Untuk proses atau produk baru yang diteliti, maka diperlukan 3 level untuk beberapa faktor guna mengevaluasi non-linearitas pada range faktor tertentu (Belavendram, 1995). Ketika sudah diketahui pengaruh faktor tertentu, maka faktor dengan level 2 sudah cukup untuk menghasilkan informasi yang diinginkan dari analisis hasil eksperimen (Soejanto, 2009).

Jika dalam suatu eksperimen terdapat ketidakpastian tentang banyaknya level yang harus dipilih untuk faktor tertentu, maka 3 level telah memberikan informasi yang cukup. Banyak level pada eksperimen juga bergantung pada biaya eksperimen dan besar eksperimen dari 2 level menjadi 3 level.

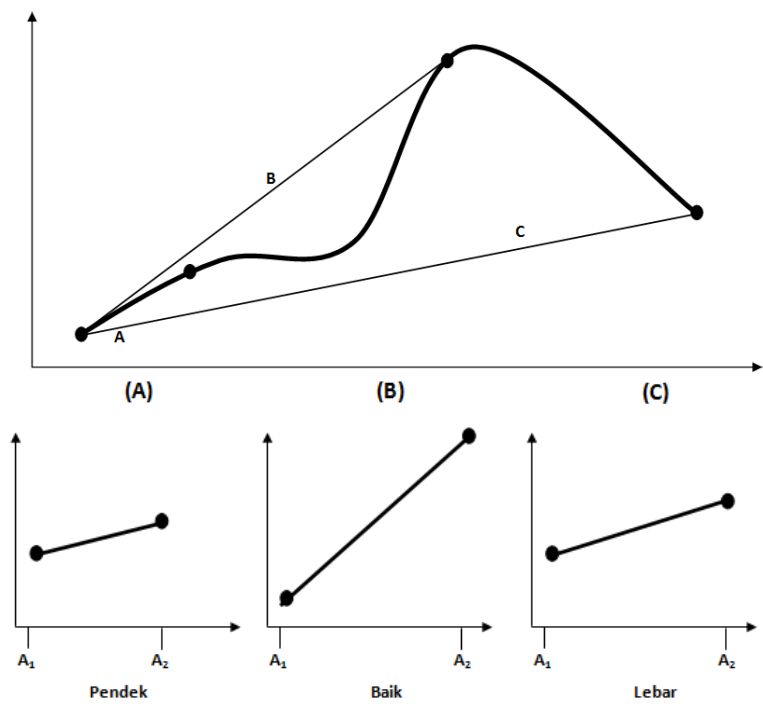


Gambar 2.2 Pengaruh Banyak Level Faktor

Sumber: Belavendram (1995)

### 2.9.3 Range Level dari Faktor

Lebar *range* level dari faktor bertujuan untuk mendapatkan pengaruh nyata faktor pada karakteristik kualitas (Bothe, 2000). Pemilihan *range* tergantung pada tujuan dari eksperimen. Berikut ini merupakan gambar pengaruh *range* dari faktor (Belavendram, 1995):



Gambar 2.3 Pengaruh Range dari Level Faktor

Sumber: Belavendram (1995)

Dari gambar di atas diketahui bahwa pemilihan level suatu faktor hingga level 1 dan 2 terlalu pendek (Gambar 2.3 A), maka kemungkinan pengaruh faktor tidak muncul secara signifikan dan jika terlalu lebar juga pengaruh faktor tidak signifikan (Gambar 2.3 C).

#### 2.9.4 Kemungkinan Dari Level

Untuk memilih level dan faktor, ada pertimbangan lain dimana memungkinkannya dilakukan eksperimen berdasarkan kombinasi perlakuan yang dipilih. Hal tersebut berlaku khusus apabila eksperimen dilakukan dengan proses kimia. Pemilihan dari range level yang terlalu sempit akan menghasilkan informasi yang sedikit atau kurang bermanfaat, sehingga diperlukan merubah level dan mengulang eksperimen karena kurangnya pengetahuan dari range yang telah dipilih (Luqman, 2014).

#### 2.10 Derajat Bebas

Derajat bebas merupakan banyaknya pengukuran bebas yang dapat dilakukan untuk menaksir sumber informasi dengan menentukan jumlah eksperimen minimum yang harus dilakukan (Belavendram, 1995). Derajat bebas juga berguna untuk menentukan *matriks orthogonal* dalam desain eksperimen. Setiap *matriks orthogonal* memiliki derajat kebebasan yang dibutuhkan, sehingga dapat dipilih *matriks orthogonal* yang paling kecil yang masih bisa memberi informasi yang penting dalam pemahaman karakteristik kualitas. Derajat kebebasan ( $V_{ff}$ ) merupakan banyaknya level dikurangi satu, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V_{ff} = \text{Banyaknya Level} - 1 \quad (2.11)$$

Semisal dalam sebuah eksperimen memiliki 3 faktor seperti berikut, Faktor A dengan 2 Level, Faktor B dengan 3 Level dan Faktor C dengan 4 Level. Maka akan didapati penyelesaian penghitungan derajat bebas sebagai berikut:



Derajat Kebebasan:

Faktor (Efek Utama) = Banyaknya Level -1

Faktor A, 2 Level =  $2 - 1 = 1$  Derajat Kebebasan

Faktor B, 3 Level =  $3 - 1 = 2$  Derajat Kebebasan

Faktor C, 4 Level =  $4 - 1 = 3$  Derajat Kebebasan +

Total Derajat Bebas = 6 Derajat Bebas

Sehingga didapati bahwa eksperimen minimum yang harus dilakukan adalah sebanyak enam kali eksperimen dengan kombinasi tiga faktor dan level pada masing-masing faktor.

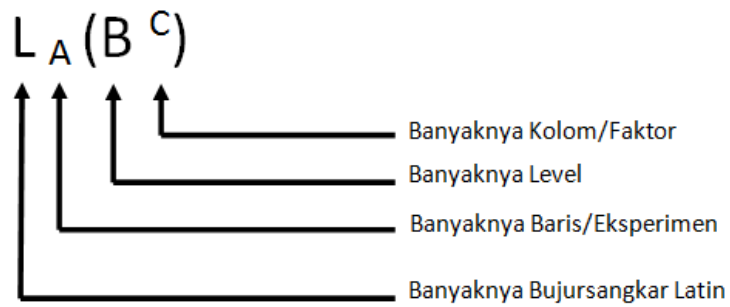
### 2.11 *Orthogonal Array*

*Matriks ortogonal* atau *Orthogonal Array* merupakan matriks yang memuat beberapa eksperimen dimana faktor dan level dapat ditukan sesuai dengan matriks. *Orthogonal Array* didapatkan berdasarkan perhitungan derajat bebas (Belavendram, 1995). jumlah baris minimum tidak boleh kurang dari jumlah derajat bebas totalnya. Misal sebuah desain eksperimen memiliki 3 faktor dan 3 level untuk setiap faktornya, maka :

Tabel 2.4 Perhitungan Derajat Bebas Total

FAKTOR	LAMBANG	DERAJAT BEBAS ( db = n-1 )	JUMLAH
Faktor 1	A	3-1	2
Faktor 2	B	3-1	2
Faktor 3	C	3-1	2
Jumlah Derajat Bebas Total			6

Jumlah derajat bebas dalam tabel diatas adalah 6, sehingga *Orthogonal Array* yang dipakai adalah  $L_9 ( 3^4 )$ . Berikut adalah cara menulis matriks  $L_A(B^C)$  (Belavendram, 1995):



Gambar 2.4 Notasi Matriks

Sumber: Soejanto (2009)

Ketika derajat kebebasan sudah diketahui, maka dilakukan pemilihan orthogonal array sesuai dengan eksperimen minimum yang diperbolehkan. Berikut merupakan salah satu tabel *Orthogonal Array* sesuai dengan standart dari Metode *Taguchi*:

Tabel 2.5 Matriks Ortogonal  $L_9 (3^4)$

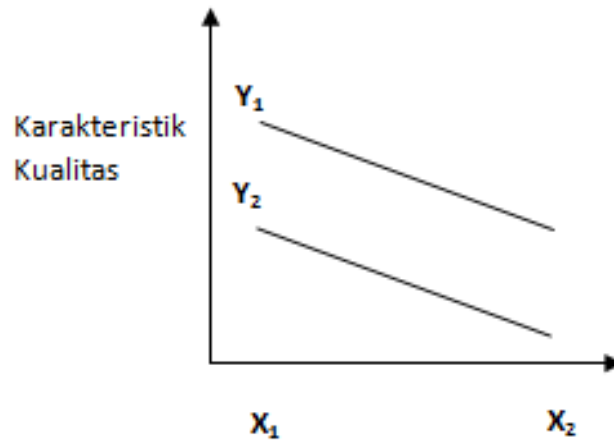
Eksperimen	FAKTOR			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	2
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Sumber: Soejanto (2009)

## 2.12 Interaksi Antar Faktor

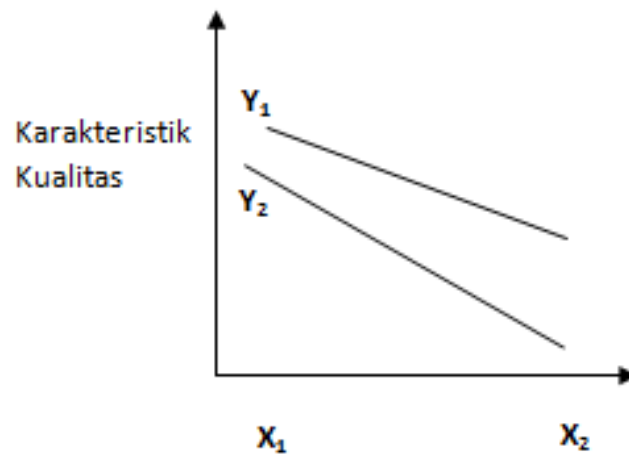
Interaksi terjadi karena adanya dua faktor atau lebih bertindak bersama dan mempunyai efek yang berbeda dengan karakteristik kualitas daripada efek tiap faktor yang bertindak individu (Belavendram, 1995). Maka interaksi dapat disimpulkan sebagai suatu faktor tergantung pada suatu level tertentu dari faktor lain. Untuk mengetahui dampak suatu interaksi, maka harus dilakukan adalah mendesain interaksi ke dalam suatu eksperimen secara spesifik.

Metode *Taguchi* menekankan pentingnya fokus efek utama dan seleksi karakteristik kualitas sehingga menghasilkan interaksi di antara faktor-faktor kontrol yang diminimalkan, berikut ini adalah gambaran interaksi dari segi karakteristik (Soejanto, 2009):



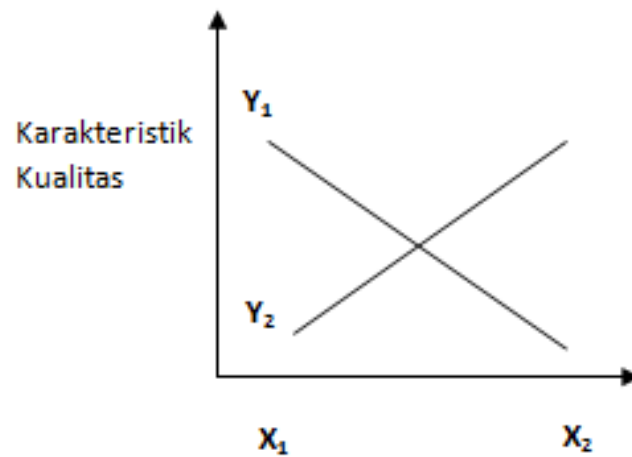
Gambar 2.5 Tidak Ada Interaksi

Sumber: Soejanto (2009)



Gambar 2.6 Interaksi Lemah

Sumber: Soejanto (2009)



Gambar 2.7 Interaksi Kuat

Sumber: Soejanto (2009)

## 2.13 Proses Perancangan Parameter

Desain eksperimen dengan metode klasik menyatakan bahwa semua faktor merupakan penyebab adanya variasi, jika faktor-faktor ini dapat dikendalikan atau bahkan dihilangkan maka variasi produk atau proses dapat dikurangi sehingga akan terjadi peningkatan kualitas (Soejanto, 2009). Namun tidak semua faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas dapat dikendalikan tanpa mengeluarkan biaya besar. Karena itu dilakukan pendekatan lain untuk meningkatkan kualitas, pendekatan tersebut dalam metode *Taguchi* disebut desain parameter yang merupakan salah satu fase perancangan produk atau proses. Menurut, upaya guna meningkatkan kualitas produk dengan desain parameter dibagi menjadi tiga macam, diantaranya adalah:

### 2.13.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan upaya dimana ide-ide, metode-metode dan segala sesuatu yang baru dimunculkan guna memberikan peningkatan produk kepada pemakai (Siregar, 2011). Sebagai salah satu cara untuk meningkatkan persaingan dengan terus mengembangkan teknologi baru, sehingga dalam ide-ide dan metode-metode baru sangat bermanfaat dalam desain sistem.

### 2.13.2 Perancangan Parameter

Perancangan Eksperimen merupakan hal yang sangat penting dalam upaya meningkatkan keseragaman produk atau mencegah tingginya variabilitas (Hadiyat, 2012). Dalam tahap ini parameter-parameter dari produk atau proses tertentu ditetapkan untuk menghasilkan performansi produk menjadi kurang atau tidak sensitif terhadap penyebab terjadinya variabilitas. Desain eksperimen dilakukan untuk mendapatkan kondisi faktor-faktor yang tahan terhadap penyebab timbulnya variabilitas.

### 2.13.3 Perancangan Toleransi

Dalam perancangan toleransi, kualitas ditingkatkan dengan mengetatkan toleransi pada parameter produk atau proses untuk mengurangi terjadinya variabilitas pada *performance* produk (Belavendram, 1995).

## 2.14 Penelitian Pendahuluan

### 2.14.1 Isnanta (2015), Skripsi UMG *Penerapan Metode Taguchi Pada Proses Fermentasi Pupuk Guano Cair Untuk Menghasilkan Kandungan NPK yang Optimal di UD Pupuk Guanoku.*

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai fermentasi kotoran kelelawar dengan menggunakan Metode *Taguchi* pada tugas akhir. Berdasarkan pengamatan pada proses fermentasi, diketahui bahwa terdapat empat faktor yang berpengaruh terhadap kandungan NPK, diantaranya adalah kotoran kelelawar, *Bioactiva*, gula merah dan air. Dari empat aspek tersebut didapatkan hasil NPK dengan satu kali replikasi dan tiga level untuk setiap faktor adalah sebesar (21%, 18%,17%). Proses fermentasi dilakukan selama 10 hari dan sudah melalui uji laboratorium PT. Petrokimia Gresik dan dinyatakan stabil pada kisaran persen yang disebutkan.

#### **2.14.2 Triwindiyatno (2006), Skripsi UMG Penerapan Metode Taguchi Pada Usaha Peningkatan Mutu Produk Roti Bakery.**

Dari rangkuman hasil penelitian yang dilakukan, maka didapati kesimpulan berupa karakteristik yang dipakai dalam penelitian tersebut adalah STB (*Smaller The Better*) dengan menerapkan prosedur nilai *Mean* dan *Signal to Noise Ratio* (S/N). Sehingga didapati kombinasi faktor yang signifikan untuk Mean adalah  $C_1$  dan  $F_1$  dengan kontribusi faktor  $C_1 = 4,38\%$  dan  $F_1 = 20,33\%$  dan prediksi prosentase cacat berdasarkan Mean sebesar 15,22% dengan interval 14,988% sampai 15,452%. Sedangkan untuk nilai *Signal to Noise Ratio* faktor yang signifikan adalah  $C_1$  dan  $F_1$  dengan kontribusi faktor  $C_1 = 11,27\%$  dan  $F_1 = 19,79\%$ .

#### **2.14.3 Darsono (2006), Skripsi UMG Aplikasi Metode Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Krupuk Mie.**

Dari rangkuman hasil penelitian yang dilakukan, maka didapati kesimpulan berupa karakteristik yang dipakai dalam penelitian tersebut adalah STB (*Smaller The Better*) dengan menerapkan prosedur nilai *Mean* dan *Signal to Noise Ratio* (S/N). Sehingga didapati kombinasi faktor yang signifikan untuk Mean adalah  $G_1$  dan  $B_1$  dengan kontribusi faktor  $G_1 = 12,72\%$  dan  $B_1 = 11,63\%$  dan prediksi prosentase cacat berdasarkan Mean sebesar 10,53% dengan interval 10,048% sampai 11,012%. Sedangkan untuk nilai *Signal to Noise Ratio* faktor yang signifikan adalah  $G_1$  dan  $B_1$  dengan kontribusi faktor  $G_1 = 10,13\%$  dan  $B_1 = 14,052\%$ .

#### **2.14.4 Qibtiyah (2004), Skripsi UMG Penerapan Metode Taguchi Pada Usaha Peningkatan Mutu Produk Genteng.**

Dari rangkuman hasil penelitian yang dilakukan, maka didapati kesimpulan bahwa dari sebelas faktor yang berpengaruh, ada empat faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas genteng, diantaranya adalah suhu, lama pembakaran, jenis bahan baku dan ukuran. Didapati hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa prediksi prosentase cacat berdasarkan rata-rata prediksi sebesar 1,3904%

dengan interval kepercayaan  $1,084\% < \mu < 1,6968\%$  dan nilai prosentase cacat berdasarkan S/N adalah  $3,8429\%$  dengan interval kepercayaan  $2,4332\% < \mu < 5,2526\%$ .

**2.14.5 Wullandari (2017), Jurnal *Optimasi Rasio Air dan Bahan yang Ditambahkan Pada Pembuatan Pupuk Organik Granul Dari Tepung Rumput Laut Sargassum sp.***

Dari rangkuman hasil penelitian yang dilakukan, maka didapati kesimpulan bahwa rasio air dan bahan berpengaruh terhadap rendemen pupuk organik granul yang dihasilkan. Rasio air dan bahan sebesar 2:5 (ml air/g bahan) menghasilkan pupuk granul dengan rendemen total tertinggi yaitu sebesar  $95,2\%$  serta menghasilkan rendemen pupuk granul yang berukuran 2-4 mm tertinggi yaitu sebesar  $26,8\%$ . Kualitas pupuk organik granul yang berasal dari tepung rumput laut sebageaian besar sudah memenuhi Permentan No.70/Permentan/SR.140/10/2011.