**TESIS**

# DESAIN ANALISIS ALAT PENGERING IKAN TIPE PARABOLA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

**Vendi Hermawan**

**15916116**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2018**

**DESAIN ANALISIS ALAT PENGERING IKAN TIPE PARABOLA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program Pascasarjana Magister Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Vendi Hermawan**

**15916116**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**MAGISTER TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**DESAIN ANALISIS ALAT PENGERING IKAN TIPE PARABOLA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Vendi Hermawan

NIM : 15916116

Yogyakarta, 30 Agustus 2018

| Pembimbing I, | Pembimbing II, |
|---|---|
| **Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT** | **Ir. Ali Parkhan, MT** |
| NIP 905220101 | NIP 905220102 |

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**DESAIN ANALISIS ALAT PENGERING IKAN TIPE PARABOLA DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Vendi Hermawan

NIM : 15916116

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji

Yogyakarta, 30 Agustus 2018

Tim Penguji

**Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.**

**NIP 905220101**

Ketua Tim Penguji

.....

**Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIP. 025200519**

Anggota 1

.....

**Taufiq Imamawan, S.T., M.M.**

**NIP 985220101**

Anggota 2

.....

Mengetahui,

Ketua Program Pascasarjana

Fakultas Teknologi Industri

Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 025200519

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vendi Hermawan

NIP :15916116

Fakultas : Teknologi Industri

dengan ini menyatakan bahwa judul artikel "Desasin Analisis Alat Pengering Ikan Tipe Parabola Dengan Menggunakan Metode Taguchi" benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 30 Oktober 2018




Vendi Hermawan

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Perjuangan merupakan pengalaman berharga yang dapat menjadikan kita manusia yang berkualitas.

Kupersembahkan tulisan dan karya ini untuk penciptaku Allah SWT yang selalu kuminta kemudahan, kebaikan dan pertolongannya. Tiada Tuhan dan sesembahan selain Allah SWT.

kepada kedua **orang tua dan adik ku** tercinta yang selalu mendukung serta nasihatnya yang menjadi jembatan perjalanan hidupku.

Untuk teman – teman yang menjadi luapan keluh, kesah

Dan yang terakhir buat **istri dan anak-anak ku** dimasa depan

## HALAMAN MOTO

“Sebelum dikeningmu terdapat tulisan tidak bisa, pekerjaan sesulit apapun tetap bisa dikerjakan”

**(by : vendi hermawan)**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga dapat diselesaikan Tesis dengan judul **Desain Analisis Alat Pengering Ikan Tipe Parabola Dengan Menggunakan Metode Taguchi.**

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik Industri, Jurusan Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Terselesaikannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MTselaku Dekan Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Dr. R. Teduh Dirgahayu, ST.,M.Sc, selaku Direktur Pascasarjana Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT, selaku dosen pembimbing satu yang telah berkenan memberikan bimbingan, saran dan waktunya untuk menyelesaikan Tesis ini
4. Bapak Ir. Ali Parkhan, MT, selaku dosen pembimbing dua yang telah mensuport dan membantu dalam berbagai hal sehingga Tesis ini dapat diselesaikan
5. Bapak dan Ibu Dosen besrta staf, Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang senantiasa mendidik penulis dalam menyelesaikan perkuliahan
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan curahan kasih sayang dan doa kepada penulis
7. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tesis ini

Sebagai penulis saya sadar bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tesis ini, untuk itu penulis dengan senang hati menerima segala kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan dari Tesis ini

Wassalamu'alaikum wr.wb

Yogyakarta, Agustus 2018

Penulis

## ABSTRAK

Proses pengeringan ikan secara tradisional masih menjadi pilihan UMKM diwilayah pantai Ngrenehan. Dengan cara ini masih terdapat beberapa hambatan diantaranya membutuhkan waktu yang lama, jumplah produksi yang dihasilkan sedikit, dan kualitas produk yang kurang maksimal. Dari segi kualitas, kadar air dan kadar protein menjadi hal yang utama untuk standar mutu ikan kering yang baik sesuai standar SNI. Dengan adanya hambatan tersebut, kami mencoba melakukan pengeringan ika dengan menggunakan alat pengering tipe parabola untuk lebih mengefektifkan waktu pengeringan serta efisiensi dalam pelaksanaannya. Untuk mengetahui kadar air dan kadar protein terbaik, hasil pengeringan tiap-tiap variabel di optimasikan menggunakan metode taguchi.

Metode analisis data yang digunakan adalah metode Taguchi. Metode Taguchi ini menggunakan metric Orthogonal Array yang digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen dan pemilihan kombinasi level dari variabel-variabelnya. Analisis data, dilakukan dengan uji normalitas, uji homogenitas, anova dan SNR. Berdasarkan hasil uji normalitas, untuk kadar air diperoleh hasil $X^2$ hitung= 1,7839862 dan $X^2$ tabel= (0,95:1)=3,84, karena $X^2$ hitung ≤ $X^2$ tabel yaitu 1,7839862 ≤ 3,84, maka Ho diterima artinya data hasil uji kadar air berdistribusi normal. Untuk uji normalitas kadar protein diperoleh hasil $X^2$ hitung= 1,2397759 sedangkan $X^2$ tabel= (0,95:1)=3,84, karena $X^2$ hitung ≤ $X^2$ tabel yaitu 1,2397759 ≤ 3,84, maka Ho diterima artinya data hasil uji kadar protein berdistribusi normal. Untuk uji homogenitas menggunakan uji barlet , diperoleh hasil kadar air -14, 2345 ≤ 7,810 dan kadar protein 0,023354429 ≤ 7,810 sehingga di tarik kesimpulan Ho diterima dan dinyatakan homogen karena $X^2$ hitung ≤ $X^2$ tabel. Berdasarkan uji ANOVA kadar air terdapat tujuh factor kendali yaitu A,B,C,D,E,F,G diperoleh hasil tidak ada pengaruh rata-rata faktor D dan F pada level yang berbeda secara signifikan terhadap kadar air. Uji ANOVA Kadar protein diperoleh hasil tidak ada perbedaan pengaruh rata-rata faktor A pada level yang berbeda secara signifikan terhadap protein. Berdasarkan nilai MRSN, kombinasi level mampu menaikkan kadar protein yang semula rata-rata 45.19 (%) menjadi 65.43(%) naik20.245% dan menurunkan kadar air yang semula rata-rata 19.55 (%) menjadi 3.03(%) turun 16.51%.Dari perhitungan dengan Metode Taguchi nilai kadar air dan kadar protein berturut-turut 65.43(%) dan 3.03(%) nilai tersebut lebih memenuhi kriteria terbaik



kata kunci; ikan bilis, pengering tipe parabola, metode taguchi

DAFTAR ISI

JUDUL.....i
LEMBAR PENGESAHAN .....**Error! Bookmark not defined.**
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....iv
HALAMAN MOTO .....vii
KATA PENGANTAR.....viii
ABSTRAK .....ix
DAFTAR ISI..... x
DAFTAR TABEL .....xiv
DAFTAR GAMBAR.....xv
DAFTAR LAMPIRAN .....xvi
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1. Laar Belakang ..... 1
1.2. Rumusan Masalah ..... 4
1.3. Batasan masalah..... 4
1.4. Tujuan Penelitian..... 5
1.5. Manfaat Penelitian..... 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 6
2.1. Penelitian Terdahulu ..... 6
2.2. Ikan Kering..... 7
2.3. Teknik Pengolahan Ikan ..... 7
2.4. Pengeringan Ikan ..... 9
2.5.Energi Matahari..... 12
2.6. Ikan Bilis..... 14
2.6.1. Protein Ikan Bilis ..... 17
2.6.2. Lemak Ikan Bilis..... 17
2.6.3. Kadar Air Ikan Bilis..... 18
2.7. Nilai Organoleptik Ikan Bilis Kering..... 18
2.8. Kualitas dan Pengendalian Kualitas..... 19

2.8.1. Pengendalian Kualitas Secara Off-Line ..... 20
2.8.2 Pengendalian Kualitas Secara On-Line ..... 23
2.9. Perancangan Eksperimen (Design Exsperiment) ..... 24
2.10. Metode Taguchi ..... 24
2.10.1. Proses Perancangan Parameter ..... 25
2.10.2. Ratio Signal Terhadap Noise (S/N Ratio) ..... 26
2.10.3. Faktor Terkendali Dan Faktor Noise ..... 28
2.10.4. Perancangan Eksperimen Taguchi ..... 30
2.11.Penentuan Dan Pemilihan Orthogonal Array ..... 31
2.11.1. Derajat Bebas Atau *Degree Of Freedom* ..... 31
2.11.2. Orthogonal Array ..... 32
2.11.3. Taguchi Multirespon MRSN (*Multi Respon Signal To Noise*) ..... 34
2.12.Uji Persyaratan Analisis Data ..... 37
2.12.1. Uji Normalitas ..... 37
2.12.2. Uji Homogenitas ..... 39
2.13.Analisis Variansi (ANOVA) ..... 40
BAB III METODE PENELITIAN ..... 44
3.1. Subjek dan Objek Penelitian ..... 44
3.1.1. Subjek Penelitian ..... 44
3.1.2. Objek Penelitian ..... 44
3.2. Ruang Lingkup Penelitian ..... 44
3.3. Alat dan Bahan Penelitian ..... 44
3.3.1. Alat-alat Penelitian ..... 44
3.3.2. Bahan-Bahan Penelitian ..... 45
3.4. Pengumpulan Data ..... 45
3.5. Variabel Penelitian ..... 49
3.5.1. Variabel Respon ..... 49
3.6. Teknik Analisis Data ..... 51
3.7. Prosedur Penelitian ..... 53
BAB IV HASIL PENELITIAN ..... 54

4.1 Observasi Lapangan ..... 54
4.2 Hasil Diskusi Kelompok ..... 55
4.3 Hasil Perancangan ..... 56
4.4 Persiapan Eksperimen ..... 59
4.4.1. Mempersiapkan Material Ikan Bilis ..... 59
4.4.2. Karakteristik Pengering Ikan ..... 59
4.4.3. Pengeringan Ikan Tipe Parabola ..... 60
4.4.4. Desain Alat Pengering Ikan Tipe Parabola ..... 63
4.4.5. Tata Laksana Eksperimen ..... 63
4.4.6. Pengukuran Hasil ..... 64
4.5. Hasil Eksperimen ..... 64
4.5.1. Data Hasil Pengukuran Kadar Air dan Kadar Protein ..... 65
4.6. Analisis Data ..... 66
4.6.1 Uji Normalitas Data ..... 66
4.7.Uji Homogenitas Variansi ..... 68
4.7.1. Uji Homogenitas Variansi Kadar Air ..... 69
4.7.2. Uji Homogenitas Variansi Kadar Protein ..... 70
4.7.3. Analisis Variansi ( ANOVA ) ..... 71
4.7.4 Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) ..... 76
4.7.5 Perhitungan Efek Tiap Faktor ..... 77
4.7.6 Hasil Eksperimen Prediksi ..... 79
4.7.6. Penentuan Level Faktor Kondisi Optimal Menggunakan MRSN ..... 80
BAB V PEMBAHASAN ..... 83
5.1. Diskusi dan Wawancara Stakeholder ..... 83
5.2. Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Parabola ..... 83
5.3. Karakteristik Pengering Tipe Parabola Versus Pengeringan Tradisional ..... 85
5.4. Metode Taguchi Untuk Mengukur Karakteristik Alat Pengering Ikan Tipe Parabola Melalui Hasil Eksperimen Pengukuran Kadar Air dan Kadar Protein ..... 86
5.4.1. Analisis Variansi (ANOVA) ..... 86
5.4.2 Proses Kontribusi ..... 86

5.4.3 Pemilihan Level Faktor ..... 86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN ..... 89
A. KESIMPULAN ..... 89
B. SARAN ..... 89
DAFTAR PUSTAKA ..... 91

# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. 1/16 FFE ( Fractional-Factorial Experiment ) ..... 29
Tabel 2.2. Orthogonal Array Standar ..... 34
Tabel 2.4.Tabel Perbandingan Kolmogorov-Smirnov ..... 39
Tabel 2.5 Ringkasan Perhitungan Homogenitas Dengan Uji Bartlett ..... 39
Tabel 3.3 Matrik Orthogonal Array $L_8 2^7$ Standar ..... 51
Table 4.1. Table Tahapan Diskusi ..... 55
Table 4.2. Evaluasi Perbaikan Perancangan Alat Pengering ..... 57
Tabel 4.3. Variabel Respon Hasil *Forum Group Discussion* (FGD) ..... 58
Tabel 4.4 Faktor Kendali *Forum Group Discussion* (FGD) ..... 58
Tabel 4.5 Karakteristik Pengering Ikan ..... 61
Tabel 4.6. Data Hasil Pengukuran Kadar Air (%) ..... 65
Tabel 4.7. Data Hasil Pengukuran Kadar Protein (%) ..... 65
Tabel 4.8.Nilai Daftar Distribusi Normal Kadar Air ..... 67
Tabel 4.9. Nilai Daftar Distribusi Normal Kadar Protein ..... 68
Tabel 4.10. Uji Barlett Data Kadar Air ..... 69
Tabel 4.11. Uji Barlett Data Kadar Protein ..... 70
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan ANOVA Kadar Air ..... 74
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan ANOVA Kadar Protein ..... 75
Tabel 4.14. Data Perhitungan SNR Kadar Air ..... 76
Tabel 4.15. Data Perhitungan SNR Kadar Protein ..... 77
Tabel 4.16. Nilai SNR Tiap Faktor Utama Respon Kadar Air ..... 78
Tabel 4.17.Nilai SNR Tiap Faktor Utama Respon Kadar Protein ..... 78
Tabel 4.18.Model Regresi Linear Berganda Kadar Air ..... 80
Tabel 4.19. Model Regresi Linear Berganda Kadar Protein ..... 80
Tabel 5.1. Karakteristik Pengering Tipe Parabola dengan Pengeringan Tradisional ..... 85
Tabel 5.2. Tabel Perbedan Kadar Air Dan Kadar Protein UMKM Mina Lestari Dengan Alat Pengering Tipe Parabola ..... 87

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Notasi Orthogonal Array..... 32
Gambar 2. Pengeringan Tradisional ..... 60
Gambar 3. Alat Pengering Tipe Parabola ..... 60
Gambar 4. Bangun Alat Pengering Tipe Parabola..... 63

# DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Resume Maping - Desa Kanigoro- Kec.Saptosari - Kabupaten Gunungkidul ..... 97
Lampiran 2 Perhitungan Uji Homogenitas Kadar Air ..... 99
Lampiran 3 PerhitunganUji Homogenitas Kadar Protein ..... 101
Lampiran 4 Perhitungan Distribusi Normal Kadar Air ..... 102
Lampiran 5 Perhitungan Distribusi Normal Kadar Protein ..... 104
Lampiran 6 Perhitungan Uji ANOVA Kadar Air ..... 107
Lampiran 7 Perhitungan Uji ANOVA Kadar Protein ..... 108
Lampiran 8 Hasil Prediksi Kadar Air ..... 109
Lampiran 9 Hasil Prediksi Kadar Protein ..... 113
Lampiran 10 Perhitungan MRSN ..... 117
Lampiran 11 Linguistic Terms USED in The Study ..... 121
Lampiran 12 Hasil uji kadar air dan kadar protein ..... 122

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1.Latar Belakang

Pemanfaatan hasil wilayah pesisir tepatnya di Pantai Ngrenehan Desa Kanigoro Kecamatan Saptosari Kabupaten Gunung Kidul sangat berpotensi dan beragam dalam hal hasil lautnya. Dengan potensi yang sedemikian melimpah, nelayan disekitar pesisir Pantai Ngrenehan dengan mudah menangkap banyak ikan. Salah satu ikan yang dihasilkan dari Pantai Ngrenehan adalah ikan bilis. Ikan bilis merupakan salah satu jenis ikan yang tidak mempunyai nilai jual, bahkan sebelumnya ikan bilis hanya dibuang begitu saja oleh warga.

Melihat permasalahan tersebut ada beberapa warga yang mempunyai ide untuk memanfaatkan ikan tersebut menjadi ikan bilis kering dengan membentuk UMKM Mina Lestari. Dari ide tersebut ikan bilis mempunyai nilai tambah dan banyak diminati oleh wisatawan Pantai Ngrenehan dan sudah menjadi ciri khas oleh-oleh Pantai Ngrenehan. Melihat banyaknya permintaan makanan olahan tersebut UMKM Mina Lestari mempunyai permasalahan dalam proses pengolahan ikan kering tersebut. Kendala yang di hadapi adalah berupa lamanya proses pengeringan, sehingga permintaan pasar tidak terpenuhi. Proses pengeringan yang dilakukan warga setempat masih menggunakan cara tradisional yang memakan waktu 4-7 hari.

Proses pengolahan maupun pengawetan dengan cara dikeringkan merupakan usaha untuk meningkatkan mutu simpan (Bintang., et,al. 2013). Tujuan pengolahan dan pengawetan ikan pada prinsipnya merupakan usaha untuk

mengatasi hasil produksi dan sekaligus untuk mempertahankan kualitas ikan tersebut sebelum dipasarkan atau dikonsumsi, meningkatkan nilai jual ikan sebagai bahan diversivikasi makanan dan untuk memperpanjang masa simpan ikan (Afrianto & Linawaty, 1989).

Berbagai cara pengawetan ikan secara tradisional telah dilakukan sampai saat ini yaitu dengan metode pengeringan. Proses pengeringan pada prinsipnya adalah mengurangi kadar air dalam ikan (Afrianti. 2008). Menurut Abdullah (2003) untuk mencegah bakteri dan enzim bekerja dalam ikan, selain untuk mengurangi kadar air dalam ikan diperlukan pengendalian temperatur dan kelembaban relatif udara tempat penyimpanan ikan. Beberapa variabel yang penting dalam proses pengeringan ikan adalah kelembaban relatif (Winarno., et,al. 1977), lama pengeringan (Riansyah., et,al, 2014), bahan parabola (Tripler. 2001), jumlah rak pengering (Mukkun & Dana. 2016), tinggi rak pengering (Hardanto, & Sulistyo.2010) dan kecepatan putar (Heri, 2011). Abdullah (2003) menyatakan bahwa kadar air ikan kering yang baik yaitu dibawah 25%, hal ini bertujuan untuk mengurangi aktifitas bakteri dan enzim.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyoko & Darmanto (2012) pengeringan tanpa fan dengan kapasitas 5 kg membutuhkan waktu 6 jam, kadar air 21,42 %, efisiensi thermal 39,8 % dan batu bara 3,05 kg. Youce., et,al. (2013)mengatakan bahwa suhu maksimal 50 ºC dan suhu lingkungan 38ºC. Menurut Handoyo., et,al. (2011) pengeringan di musim hujan menghasilkan penurunan kadar air ikan dari 60%wb menjadi 38%wb setelah dikeringkan selama

6 jam. Khalid (2013) menyatakan bahwa waktu pengeringan optimal antara 7 sampai 11 jam dengan suhu yang optimal diruang pengering 60 ºC.

Faktor terpenting yang ingin dicapai pada makanan olahan ikan kering adalah kualitas produk. Kualitas produk yang dimaksud berupa kandungan kadar air dan kandungan kadar proteinnya. Berdasarkan SNI 01-2721-1992 kadar air ikan kering yaitu 20%-30% dan kadar proteinnya yaitu 24,12%. Kadar protein pada masing-masing ikan berbeda-beda, hal ini sangat di pengaruhi oleh proses pengeringan yang dilakukan. Kadar air untuk produk ikan bilis kering yang di produksi UMKM Mina Lestari sebesar 24%, sedangkan kadar protein sebesar 35%. Semakin besar kadar protein maka semakin kecil kadar airnya. Sedangkan kriteria ikan kering yang di banyak diminati oleh konsumen dilihat secara fisik yaitu utuh, aroma netral sedikit bau tambahan, rasanya gurih, tekstur padat, kering dan tidak rapuh.

Pengeringan ikan bilis selama ini dilakukan dengan cara tradisional. Berdasarkan studi lapangan yang telah dilakukan, penggunaan metode Taguchi, akan meminimalkan jumlah penelitian yang dilakukkan dan dapat digunakan untuk beberapa faktor dan level penelitian. Dari penelitian yang dilakukan ditentukan proporsi optimal dari masing-masing variabel respon. Dengan adanya kondisi optimal tersebut, dapat ditentukan berapa besar kadar air dan kadar protein ikan bilis kering sesuai standar. Pada penelitian ini akan dilakukan optimasi proses dan hasil dari alat pengering tipe parabola.

## 1.2.Rumusan Masalah

1. Kapan waktu yang efektif untuk melakukan pengeringan ikan menggunakan alat pengering tipe parabola?
2. Apakah alat pengering tipe parabola mampu mengurangi pencemaran udara yang berupa bau?
3. Apakah alat pengering tipe parabola mampu mempersingkat waktu pengeringan?
4. Berapakah persentase hasil kadar air dan kadar protein ikan yang dikeringkan menggunakan alat pengering tipe parabola?

## 1.3.Batasan masalah

Untuk mempermudah pemecahan masalah serta mencapai penelitian dengan baik dalam penulisan tesis ini maka penulis membatasi ruang lingkup permasalahan, adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di UMKM Mina Lestari.
2. Penelitian ini menggunakan sampel satu spesies ikan yaitu ikan bilis.
3. Penelitian ini menggunakan alat pengering tipe parabola dengan menggunakn energy matahari sehingga suhu pengeringan tergantung kondisi cuaca.
4. Proses pengeringan ini dilakukan pada saat musim kemarau.
5. Pada penelitian hasil yang di optimasi adalah kadar air dan kadar protein.

6. Pendekatan yang dilakukan kepada UMKM Mina Lestasri menggunakan *Forum Group Discussion* (FGD).
7. Hasil uji kadar air dan kadar protein menggunakan alat pengering tipe parabola dioptimasi dengan menggunakan metode taguchi.

## 1.4.Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kombinasi level faktor ikan bilis kering yang optimal berdasarkan nilai MRSN *(Multi Respon Signal to Noise Ratio)* terbesar terhadap kadar air.
2. Mengetahui kombinasi level faktor ikan bilis kering yang optimal berdasarkan nilai MRSN *(Multi Respon Signal to Noise Ratio)* terbesar terhadap kadar protein.

## 1.5.Manfaat Penelitian

2. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi UMKM Mina Lestari tentang kinerja alat pengering ikan tipe parabola.
3. Rancang bangun alat pengering ini dapat digunakan sebagai teknologi tepat guna bagi UMKM Mina Lestari.
4. Memberikan pengetahuan baru bagi UMKM Mina Lestari tentang kombinasi level faktor ikan bilis sehingga mendapatkan mutu kandungan ikan bilis kering yang baik.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1. Penelitian Terdahulu

State of the art:

| Peneliti | Judul | Objek | Hasil |
|---|---|---|---|
| Bambang Setyoko, & Seno Darmanto | Peningkatan Kualitas Pengeringan Ikan Dengan Sistem *Tray Drying* | Ikan teri | Pengeringan tanpa fan dengan kapasitas 5 kg membutuhkan waktu 6 jam, kadar air 21,42 %, efisiensi thermal 39,8 % dan batu bara 3,05 kg. |
| Youce M Bintang, Jenki pongoh dan hens 0nibala | Kontruksi dan Kapasitas Alat Pengering Ikan Tenaga Surya Sistem Bongkar Pasang | Ikan | Suhu maksimal 50ºC dengan suhu lingkungan 38ºC |
| Ekadewi A. Handoyo, Philip Kristanto, Suryanty Alwi | Desain dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya | Ikan marning | Pengeringan di musim hujan menghasilkan penurunan kadar air ikan dari 60% wb menjadi 38% wb setelah dikeringkan selama 6 jam |
| Anhar Khalid | Optimasi Desain Alat Pengering Ikan Air Tawar dengan Kapasitas 20 kg Memanfaatkan Energi Surya | Ikan air tawar | Waktu pengeringan 7-11 jam dengan suhu yang optimal di ruang pengering 60ºC |

## 2.2. Ikan Kering

Ikan kering merupakan bahan makanan yang terbuat dari daging ikan yang diawetkan dengan menambahkan sedikit bumbu untuk mendapatkan rasa yang gurih. Dengan metode pengawetan ini, daging ikan yang biasanya membusuk dalam waktu singkat dapat disimpan di suhu kamar untuk jangka waktu berbulan-bulan (Effendi, 2009) dengan packaging yang rapat dan kedap udara. Ikan mengandung protein tinggi dan mengandung asam amino essensial yang diperlukan oleh tubuh, disamping itu nilai biologisnya mencapai 90%, dengan jaringan pengikat sedikit sehingga mudah dicerna.

Menurut standar ikan kering (Nasional, 1992) cara untuk menilai mutu ikan kering adalah dengan pengujian fisik, mikrobiologi dan kimia. Syarat **b**ahan baku ikan kering harus memenuhi syarat kesegaran, kebersihan dan kesehatan yang sesuai dengan SNI. Bahan pembantu dan tambahan yang dipakai harus tidak merusak, mengubah komposisi dan sifat khas ikan kering dan harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku di Depkes RI.Persyaratan mutu produk olahan hasil perikanan jenis ikan kering yang sesuai standar adalah nilai minimal organoleptik 6,5, kapang negatif**,** nilai kadar air maksimum 40%, garam 20%, abu tak larut dalam asam 1,5%.

## 2.3. Teknik Pengolahan Ikan

Cara pembuatan ikan kering sangat bervariasi tergantung pada jenis, ukuran ikan, hasil yang diinginkan serta daerah produksinya. Pada jenis ikan besar terlebih dahulu dilakukan pembelahan dan penyiangan, sedangkan jenis ikan berukuran kecil seperti teri dikeringkan dalam ukuran utuh.

Penggunaan bahan utama dalam pengeringan ikan adalah garam (NaCl) dan bawang putih. Untuk mempengaruhi mutu ikan kering yang dihasilkan dibutuhkan garam murni. Garam yang tidak murni biasanya mengandung Fe dan Cu yang menyebabkan daging ikan berwarna kuning dan coklat kotor. CaSO4 menyebabkan daging menjadi berwarna putih, agak pahit dan kaku ( Yetti, 1983).

Faktor yang mempengaruhi penetrasi garam ke dalam tubuh ikan antara lain:

- Konsentrasi garam

  Semakin tinggi konsentrasi garam yang digunakan, semakin cepat proses masuknya garam ke dalam daging ikan.

- Jenis garam

  Garam murni lebih mudah diserap dan menghasilkan ikan asin dengan kualitas yang lebih baik.

- Ketebalan daging ikan

  Semakin tebal daging ikan, proses pengasinan membutuhkan waktu yang semakin lama dan garam yang lebih banyak.

- Kadar lemak dalam daging

  Kadar lemak yang tinggi (di atas 2%) akan memperlambat penetrasi garam ke dalam daging ikan.

- Kesegaran daging ikan

  Ikan yang kurang segar memiliki daging yang lebih lunak dan cairan tubuh yang mudah keluar, sehingga proses pengasinan bisa lebih cepat. Tetapi jika garam masuk terlalu banyak ikan menjadi terlalu asin.

- Suhu daging ikan

Semakin tinggi suhu daging ikan, semakin cepat garam masuk ke dalam tubuh ikan (Afrianto & Liviawaty, 1989).

## 2.4. Pengeringan Ikan

Pengeringan merupakan proses perpindahan panas yang memerlukan energi untuk menguapkan air dari bahan yang dikeringkan (Muchtadi & Ayustaningwarno, 2010). Pengeluaran uap air dalam bahan disebabkan karena adanya perbedaan tekanan permukaan bahan dengan tekanan dalam udara di sekitar bahan (Supranto, 2015). Adapun faktor yang mempengaruhi proses penguapan yaitu tekan yang terjadi saat penguapan, jumlah panas yang dibutuhkan untuk penguapan, laju pemanasan saat energi panas dipindahkan pada bahan, suhu maksimum pada bahan (Adawyah, 2008). Metode pengawetan bahan dengan pengeringan merupakan metode yang sudah lama diterapkan oleh masyarakat sejak dulu.

Pengeringan yang digunakan oleh masyrakat terdahulu dengan metode tradisional dengan cara menjemur bahan yang dikeringkan hingga kering. Keuntungan dengan menggunakan pengeringan tradisional ini tidak membutuhkan biaya mahal dan penanganan khusus. Pengeringan tradisional ini juga memiliki kelemahan yaitu pengeringan memerlukan waktu lama, hasil pengeringan tidak merata dan pengeringan tergantung dengan cuaca serta memerlukan tempat pengeringan yang luas.

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan hingga tingkat kadar air tertentu sehingga mikroba tidak dapat tumbuh dalam bahan yang

dapat mengakibatkan pembusukan dalam bahan (Abdullah, 2003). Batas jumlah kadar air dalam bahan sebanyak 30% atau sekurang-kurangnya 40%. Jika setelah proses pengeringan tidak mempertahankan kekeringan bahan makan kadar air akan naik kembali hingga 50% bahkan lebih yang dapat memicu mikroba dapat hidup kembali (Adawyah, 2008).

Faktor yang mempengaruhi pengeringan ikan :

Dalam pengeringan pangan umumnya diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimum. Berbagai cara dilakukan untuk mempercepat pindah panas dan pindah massa selama proses pengeringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa tersebut adalah :

a. Luas pengeringan

   Luas permukaan yang tinggi menyebabkan air lebih mudah berdifusi atau menguap sehingga kecepatan penguapan lebih cepat dan bahan lebih cepat kering. Ukuran yang kecil menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas.

b. Suhu

   Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Dapat disimpulkan bahwa udara bersuhu tinggi lebih cepat mengambil air dari bahan pangan sehingga proses pengeringan lebih cepat.

c. Kecepatan pergerakan udara

Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara, proses pengeringan akan semakin cepat. Udara yang bergerak akan lebih cepat mengambil uap air dibandingkan udara diam. Pada proses pergerakan udara, uap air dari bahan akan diambil dan terjadi mobilitas yang menyebabkan udara tidak pernah mencapai titik jenuh.

d. Kelembaban udara

Apabila udara digunakan sebagai medium pengering atau bahan pangan dikeringkan di udara, semakin kering udara tersebut (kelembaban semakin rendah) kecepatan pengeringan semakin tinggi.

e. Tekanan atmosfer

Pada tekanan udara 1 atm (760 mmHg) air mendidih pada suhu 100ºC diketinggian 0 m dari permukaan laut. Jika tekanan udara lebih rendah dari 1 atm, air lebih cepat mendidih dan titik didih lebih rendah dari 100ºC. Jika pengeringan bahan pangan dilakukan pada suhu konstan dan tekanan diturunkan, maka kecepatan penguapan akan lebih tinggi.

f. Penguapan air

Penguapan atau evaporasi merupakan proses penghilangan air dari bahan pangan yang dikeringkan sampai diperoleh produk kering yang stabil. Pada proses penguapan air dari permukaan bahan, terjadi proses pengambilan energi dari bahan menjadi dingin. Penguapan yang terjadi

selama pengeringan tidak menghilangkan semua air yang terdapat dalam bahan pangan.

g. Lama pengeringan

Pengeringan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingakan dengan pengeringan yang lebih lama dan suhu rendah (Estiasih & Ahmadi, 2009).

## 2.5.Energi Matahari

Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per $m^2$ . Sebagian dari energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, sebagian lagi dikonversikan menjadi panas, yang lainnya digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya, sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidroelektrik adalah hasil sirkulasi hujan

tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik.

Tenaga surya atau biasa disebut juga energi surya adalah tenaga atau energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya matahari melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain.

Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi surya awalnya menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari. Sel silikon yang dipergunakan untuk mengubah energi surya menjadi sumber daya mulai diperhitungkan sebagai metode baru, karena dapat digunakan sebagai sumber daya bagi satelit angkasa luar.

Karena sel surya sanggup menyediakan energi listrik bersih tanpa polusi, mudah dipindah, dekat dengan pusat beban sehingga penyaluran energi sangat sederhana serta sebagai negara tropis. Indonesia mempunyai karakteristik cahaya matahari yang baik dibanding tenaga angin seperti di negara-negara 4 musim, utamanya lagi sel surya relatif efisien, tidak ada pemeliharaan yang spesifik dan bisa mencapai umur yang panjang serta mempunyai keandalan yang tinggi.

Indonesia yang merupakan daerah sekitar katulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir 2 juta km dikaruniai penyinaran matahari lebih dari 6 jam sehari atau sekitar 2.400 jam dalam setahun. Energi surya dimuka bumi Indonesia mempunyai intensitas antara 0.6-0.7kW/m, betapa melimpahnya energi yang sebagian besar terbuang sia-sia ini. Merupakan tantangan, bagaimana mengembangkan pemanfaatan sumber energi ini (Arismunandar, 1995).

Teknologi ini masih relatif baru di Indonesia, hal ini dimungkinkan karena ilmu pengetahuan dan teknologi Indonesia masih sangat terpengaruh oleh teknologi dari negara-negara barat yang pada umumnya negara-negara tersebut mempunyai 4 musim, sehingga kurang mendapatkan sinar matahari kalaupun mendapat sinar namun dengan jumlah yang tidak terlalu besar.

Sedang di Indonesia seharusnya sel surya ini mendapatkan perhatian khusus, sebab Indonesia yang merupakan daerah tropis dan di daerah katulistiwa maka Indonesia mempunyai karakteristik angin yang kurang baik (sangat fluktuatif) dibanding dengan karakteristik angin dinegara ±negara Barat namun sangat menguntungkan untuk energi matahari yang rata-rata mendapat sinar matahari 6 jam dalam sehari dengan cuaca yang sangat mendukung.

**2.6. Ikan Bilis**

Ciri-ciri Ikan bilis (T. hamiltonii) yaitu, memiliki bentuk badan memanjang dan pipih. Badan bersifat fusiform, pipih, ukuran maksimum yang dapat dicapai hingga 27 cm SL dengan ukuran rata-rata yang sering tertangkap adalah sebesar 15,2-22,2 cm SL. Ikan bilis tidak memiliki dorsal spine maupun anal spine namun terdapat 32-39 anal soft rays. Pada bagian perut meruncing dengan 23-26 scute yang terbalik hingga anus (Gray, 1835).

Ikan merupakan organisme yang bersifat poikiloterm yaitu suhu tubuh ikan sesuai dengan suhu perairan. Huet (1971) menyatakan fluktuasi harian suhu perairan sangat mempengaruhi kehidupan organisme di dalamnya, fluktuasi suhu air yang terlalu besar dapat mematikan organisme perairan. Bishop (1973) menyatakan suhu air dapat merangsang dan mempengaruhi pertumbuhan

organisme perairan serta mempengaruhi oksigen terlarut untuk respirasi. Setiap organisme mempunyai suhu maksimum, optimum dan minimum untuk kehidupannya, menurut Boyd & Kopler (1979) suhu optimum untuk pertumbuhan ikan di daerah tropis adalah 25 ºC- 30 ºC.

Ikan Bilis biasa hidup pada perairan pelagis-neritik dengan kedalaman rata-rata 10-13 m. Iklim yang cocok adalah tropis. Ikan ini biasanya ditangkap dengan Trawl dan termasuk ikan ekonomis penting. Pemanfaatannya untuk ikan segar konsumsi, kering, ikan asin. Makanan utamanya adalah zooplankton dan beberapa jenis crustacea. Ikan ini memiliki ciri-ciri telur yang berbentuk bola, transparan, unpigmented dan segmented (Gray, 1835).

Dilihat habitatnya ikan dikelompokan menjadi dua yaitu ikan air tawar dan air laut. Berdasarkan habitatnya tersebut dengan mudah menentukan jenis makanan ikan, sehingga dapat mempengaruhi kandungan gizi ikan. Ikan air laut banyak mengandung lemak, mineral dan vitamin (Khomsan, 2004), sedangkan ikan air tawar banyak mengandung karbohidrat.Variasi gizi ikan yang bervariasi dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu jenis kelamin, umur, spesies, siklus bertelur, musim serta letak geografris. Kandungan protein ikan dipengaruhi oleh lemak dan kadar airnya. Secara umum dijelaskan bahwa ikan bersirip mengandung protein 16-24%, tetapi pada ikan yang sudah diolah kandungan proteinnya meningkat menjadi 35%. Proporsi protein kolagen yang terkandung pada ikan jauh lebih rendah dibandingkan dengan daging ternak yang berkisar antara 3-5% dari total ptotein, sehingga dapat menyebabkan ikan menjadi lebih empuk (Khomsan, 2004).

Ikan merupakan sumber protein hewani yang memiliki kandungan protein yang tinggi. Ikan kering sekitar 40% sedangkan ikan basah sekitar 17%. Mutu ikan dikatakan sangat baik dikarenakan susunan asam amino dalam ikan cukup baik dan gizinya setingkat dengan pangan hewani lainnya seperti daging dan telur.

Kandungan dan manfaat ikan bilis antara lain:

1. Selenium, yang bermanfaat untuk menjaga kesehatan jantung dan sistem kardiovaskular. Penelitian juga membuktikan bawa mengkonsumsi selenium yang cukup dapat mengurangi resiko kanker dan penuaan dini.
2. Asam lemak tak jenuh, yang bermanfaat membantu penyerapan berbagai vitamin larut lemak yaitu vitamin A, D, E, K. Asam lemak juga berguna untuk membangun tubuh dan mendukung berbagai metabolisme tubuh.
3. Kalium, merupakan mineral dalam tubuh yang berperan dalam berbagai metabolisme tubuh. Bermanfaat untuk menjaga fungsi jaringan otot dan saraf.
4. Vitamin, Ikan bilis merupakan sumber vitamin penting bagi tubuh. Vitamin yang banyak dikandung oleh ikan bilis antara lain vitamin A, D dan E. Vitamin ini merupakan vitamin larut lemak. Ketiga vitamin ini penting untuk kesehatan tulang dan kulit manusia. Vitamin E berperan bukan hanya menjaga kesehatan saja, tetapi untuk nilai estetika. Kulit yang halus dan sehat merupakan salah satu ciri tubuh yang mendapatkan asupan vitamin E yang cukup.
5. Kalsium dan Protein, ikan bilis juga merupakan sumber protein yang penting bagi tubuh. Selain itu proses pengasinan menambah nutrisi lain

seperti mineral-mineral yang dibutuhkan tubuh. Salah satu fungsi kalsium yaitu berguna untuk menjaga kesehatan dan kekuatan tulang.

Menurut (Yulhendra, et al., 2013) hasil Analisa Uji Proksimat pada ikan bilis adalah sebagai berikut:

### 2.6.1. Protein Ikan Bilis

Ikan bilis kering memiliki kadar protein sebesar 2,1967% sedangkan ikan bilis basah memiliki kadar protein sebesar 1,0017% (Yulhendra, et al., 2013).

Kadar protein ikan bilis kering lebih tinggi dibandingkan dengan ikan bilis basah, hal ini seiring dengan kadar protein ikan pora-pora kering (40,9%) yang lebih besar dibandingkan kadar protein ikan pora-pora basah (8,03%) (Nazmi, 2009).

### 2.6.2. Lemak Ikan Bilis

Ikan bilis basah memiliki kadar lemak sebesar 12% sedangkan ikan bilis kering memiliki kadar lemak sebesar 5,5%.

Lemak memiliki peranan penting dalam struktur dan fungsi sel makhluk hidup. Sebagai sumber energi, lemak yang paling efektif bagi tubuh dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Satu gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein menghasilkan 4 kkal/gram.Lemak termasuk dalam senyawa lipida yang umumnya bersifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti benzena, eter dan kloroform (Winarno, 2004).

### 2.6.3. Kadar Air Ikan Bilis

Kadar air ikan bilis kering sebesar 23%, sedangkan kadar air ikan bilis basah sebesar 75%.Kadar air merupakan data komposisi yang sangat penting dalam bahan pangan, karena kadar air sangat menentukan kadar komponen lainnya. Jika suatu contoh kadar airnya rendah karena sebagian besar telah menguap, dan komponen lainnya naik dan demikian juga sebaliknya. Oleh karena itu, kadar air selalu di cantumkan dan komposisi komponen lainnya yang dinyatakan dalam basis basah dan basis kering (fardiah, et al., 2008)

## 2.7. Nilai Organoleptik Ikan Bilis Kering

Nilai organoleptik meliputi nilai rupa, nilai aroma, tekstur dan rasa. Nilai rupa ikan bilis kering bewarna putih kecoklatan. Hal tersebut sangat di pengaruhi pada proses pengeringan terutama faktor cahaya matahari. Selain itu, kualitas ikan bilis kering yang baik juga dipengaruhi oleh faktor pengemasannya yaitu jenis plastiknya. Menurut hasil penelitian (Yulhendra, et al., 2013) ikan bilis kering yang di simpan pada suhu kamar dan dengan tiga jenis plastik yang berbeda yaitu HDPE, LDPE dan PP. Hal ini menunjukkan bahwa kemasan plastik HDPE lebih baik dari LDPE dan PP, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai rupa ikan bilis kering. Winarno (1997) menyatakan bahwa rupa lebih banyak melibatkan indera penglihatan dan menjadi salah satu indikator untuk menentukan apakah bahan pangan tersebut dapat diterima atau tidak oleh konsumen, yang kaitannya tentang rasa, gizi dan teksturnya.

Nilai aroma sangat di pengaruhi oleh perubahan sifat-sifat pada bahan pangan yang pada umumnya mengarah pada penurunan mutu. Perubahan aroma

tergantung pada jenis produk pangan dan jenis mikroba yang tumbuh dominan (Soekarto, 1990). Pada ikan bilis kering yang di simpan pada suhu kamar aromanya tidak terlalu amis dan aroma bumbu yang menyertai ikan tersebut.

Tekstur pada ikan bilis kering yang disimpan pada suhu kamar adalah dagingnya yang tipis sudah menyatu dengan durinya, sehingga teksturnya renyah. Menurut De man (1998),tekstur merupakan hal yang paling penting dari mutu sebuah produk. Tekstur daging ikan biasanya dipaparkan dalam istilah kelunakan padasaat disentuh dengan jari.

Rasa pada ikan bilis kering sangat gurih dan renyah. Rasa merupakan faktor yang sangat penting dan merupakan keputusan akhir konsumen menerima atau menolak suatu makanan walaupun parameter penilaian yang baik, tetapi jika rasanya tidak enak atau tidak disukai maka produk akan ditolak. Rasa menunjang peranan penting dari keberadaan suatu produk. Rasa ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jumlah garam yang ditambahkan, bumbu-bumbu, gula dan lemak/minyak setelah produk dimasak/digoreng rasa akan muncul (Hangesti, 2006).

**2.8. Kualitas dan Pengendalian Kualitas**

Menurut defiisi konfensional kualitas biasanya mengambarkan karakteristik langsung ari suatu produk seperti performansi (*performance*), kehandalan (*reliability*), mudah dalam pengguaan (*easy to use*), estetika (*esthetics*) dan sebagainya. Menurut definisi strategi, kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (Gassperz,2001)

Pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan selama perancangan produk atau proses. Aktivitas pengendalian kualitas mencakup dalam setiap fase dari penelitian dan pengembangan produk, rancangan proses produksi dan konsumen. Pengendalian kualitas dibedakan menjadi dua bagian :

### 2.8.1. Pengendalian Kualitas Secara Off-Line

Pada bagian ini perancangan eksperimen merupakan peralatan yang sangat fundamental, dimana teknik ini mengidentifikasi sumber dari variasi dan menentukan perancangan dan proses yang optimal. Pengendalian kualitas secara *off-line* dibagi menjadi tiga tahap (Peace,1993).

a. Tahap 1 : Perancangan Konsep

Tahap ini berhubungan dengan kemunculan ide dalam kegiatan perancangan dan pengembangan produk, dimana ide tersebut dari keinginan konsumen. Model atau metode pada tahapan ini antara lain:

1. *Quality Function Deployme*nt : menterjemahkan keinginan konsumen ke dalam istilah teknis.
2. *Dynamic Signal-To-Noise Optimization :* teknik untuk mengoptimalkan *engineering function resulting in robust, dan tunable technology*.
3. *Theory of Infentive Problem Solving :* suatu koleksi tool yang didapat dari analis literatur yang berguna untuk membangkitkan pemecahan masalah teknis yang inovatif.

4. *Design of Experiment :* eksperimen faktorial penuh dan faktorial parsial untuk dapat mengetahahui efek dari beberapa parameter serentak.
5. *Competitive Technology Assesment :* melakukan benchmark terhadap sifat robustnees dari teknologi pengembangan internal dan eksternal.
6. *Pugh Concept Process :* mengumpulkan dan menyajikan informasi dari suatu *system expert*, dengan membandingkan beberapa keunggulan dan kualitas dari berbagai konsep untuk di kembangkan sehingga di dapat konsep yang superior.

b. Tahap II : Perancangan Parameter

Tahap ini berfungsi untuk mengoptimalisasi level dari faktor pengendali terhadap efek yang ditimbulkan oleh faktor lain sehingga produk yang ditimbulkan dapat tangguh terhadap noise. Karena itu perancangan parameter sering disebut sebagai *Robust Design.*

Model atau metode yang digunakan dalam tahap ini antara lain:

1. *Engineering Analysis* : Menggunakan pelatihan, pengalaman, dan percobaan untuk menemukan variabilitas dan respon yang efektif.
2. *The System P-Diagram :* Suatu model yang tangguh untuk menggambarkan dan menggolongkan berbagai parameter yang mempengaruhi *output system.*

3. *Dynamic and Static Signal-to-Noise Optimization :* Mengoptimalkan suatu perancangan parameter untuk mengurangi variabilitas dengan menggunakan perhitungan rasio *signal-to-noise.*

4. *Crossed Array Experiment :* Sebuah perancangan eksperimen khusus dengan cara memanfaatkan interaksi antara faktor kendali dan faktor derau sehingga membuat sistem lebih tangguh.

c. Tahap III : Perancangan Toleransi

Merupakan tahap terakhir dimana dibuat menarik orthogonal, loss function, dan ANOVA untuk menyeimbangkan biaya dan kualitas dari suatu produk.

Model atau metode yang digunakan pada tahap ini antara lain :

1. *QualityLoss Function* : Persamaan yang menghubungkan variasi dari performansi biaya produk dengan level deviasi dari target.

2. *Analisis of Variance (ANOVA)* : Suatu teknik statistik yang secara kuantitatif menentukan kontribusi variasi total, yang dibentuk dari setiap faktor derau dan faktor kendali.

3. *Design of Exsperiments* : Eksperimen faktorial penuh dan parsial untuk dapat mengetahui efek dari beberapa parameter secara serentak.

### 2.8.2 Pengendalian Kualitas Secara On-Line

Merupakan suatu aktivitas untuk mengamati dan mengendalikan kualitas pada setiap proses produksi secara langsung aktivitas ini sangat penting dalam menjaga agar biaya produksi menjadi rendah dan secara langsung pula dapat meningkatkan kualitas produk. Pengendalian kualitas secara *on-line* ini juga dapat mengontrol mesin-mesin produksi sehingga dapat mencagah terjadinya kerusakan pada mesin-mesin produksi tersebut. Beberapa model yang digunakan dalam melakukan pengendalian secara online :

1. *Statistical Process Control* : Melakukan pengamatan, pengendalian, dan pengujian pada tiap tahap proses produksi agar dapat terjadi penyimpangan yang cukup besar.
2. *Static Signal*-to-*Noise Ratio* : Mereduksi variasi dengan menggunakan aplikasi dari *robust design* untuk memecahkan permasalahan dalam proses produksi.
3. *Conpensation* : Berbagai rencana pengendalian untuk menjaga agar proses yang terjadi sesuai target.
4. *Loss Function-Based Process Contol* : Pengurangan terhadap seluruh biaya produksi termasuk biaya per unit, biaya infeksi dan biaya setup yang diperlukan dalam pengendalian proses serta *quality loss* yang diakibatkan oleh sisa variasi pada output.

## 2.9. Perancangan Eksperimen (Design Exsperiment)

*Design Exsperiment* adalah suatu rancangan percobaan sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang di teliti dapat dikumpulkan (Sudjana. 1991).

Desain suatu eksperimen bertujan untuk mengumpulkan informasi sebanyak banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian persoalan yang akan dibahas. Penelitian hendaknya dilakukan seefisien mungkin mengingat waktu, biaya, tenaga dan bahan yang harus digunakan dan desain eksperimen yang dibuat harus sesederhana mungkin. Jadi jelas hendaknya, bahwa desain eksperimen berusaha untuk memperoleh informasi yang maksimum dengan menggunakan biaya yang minimum.

## 2.10. Metode Taguchi

Metode Taguchi ini diperkenalkan oleh Genichi Taguchi. Metode ini merupakan metode terbaru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan resources seminimal mungkin. Dalam metode Taguchi digunakan metrik yang disebut *Orthogonal Array* untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberi informassi sebanyak mungkin yang faktor parametrik. Bagian terpenting dari Orthogonal Array terletak pada pemilihan kombinasi level dari variabel-variabel input untuk masing-masing eksperimen (Soejanto. 2009)

Menurut Taguchi, ada dua segi umum yaitu kualitas rancangan dan kecocokan. Kualitas rancangan adalah variasi tingkat kualitas yang ada pada suatu

produk yang memang disengaja, sedangkan kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang di isyaratkan oleh rancangan. metode Taguchi menggunakan seperangkat metrik khusus yang disebut orthogonal array. Metrik standar ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah percobaan minimal yang dapat memberian informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Bagian terpenting dari metode orthogonal array terletak pada pemilihan kombinasi variabel input untuk masing-masing percobaan.

Filosofi Taguchi terhadap kualitas terdiri dari tiga buah konsep, yaitu (Montgomery. 1998):

1. Kualiatas harus di desain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya. Kualitas terbaik di capai dengan meminimumkan deviasi dari target.
2. Produk harus di desain sehingga robust terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Biaya kualitas harus di ukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dari kerugian harus di ukur pada seluruh sistem.

### 2.10.1. Proses Perancangan Parameter

Dalam perancangan klasik menganggap bahwa semua faktor sebagai penyebab variasi. Jika faktor-faktor tersebut dikendalikan atau dihilangkan maka variasi dapat dikurangi sehingga kualitas meningkat. Tetapi tidak semua faktor yang berpengaruh dapat dikendalikan tanpa mengeluarkan

biaya, sehingga diperlukan pendekatan lain untuk meningkatkan kualitas. Pendekatan yang digunakan oleh Taguchi di namakan perancangan parameter. Taguchi membagi upaya untuk meningkatkan kualitas atas tiga hal, yaitu :

1. Perancangan Sistem

   Yaitu upaya di mana konsep-konsep, ide-ide, metode baru dan lainnya di munculkan untuk member peningkatan produk.

2. Perancangan Parameter

   Digunakan untuk mencegah terjadi variabilitas, di mana parameter-parameter ditentukan untuk menghasilkan performansi yang baik.

3. Perancangan Toleransi

   Perancangan ini, kualitas ditingkatkan dengan mengetatkan toleransi pada parameter produk atau proses untuk mengurangi terjadinya variabilitas pada performansi produk.

### 2.10.2. Ratio Signal Terhadap Noise (S/N Ratio)

S/N Ratio adalah logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadratik dandigunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk. Ada beberapa jenis S/N Ratio, yaitu :

1. *Smaller-The-Better* (STB)

Karakteristik kualitas dimana semakin tinggi nilainya, maka kualitas semakin baik. Meskipun demikian, dalam penentuan level faktor optimal tetap dipilih nilai S/N Ratio yang terbesar (Belavendram, 1995).

Nilai S/N untuk jenis karekteristik STB adalah:

$$S/N_LTB = -10Log\left[ {}^{1}\!/_{n} \sum_{i=1}^{n} {}^{1}\!/_{yi^2} \right]$$

Dimana :

n = jumlah tes didalam percobaan

yi = nilai respon dari cuplikan ke I untuk jenis eksperimen tertentu

2. *Langer-the-Better* (LTB)

Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya maka kualitas semakin baik. Nilai S/N untuk (LTB) adalah:

$$S/N_LTB = -\operatorname{Log}\left[ {}^{1}\!/_{n} \sum_{i=n}^{n} {}^{1}\!/_{yi^2} \right]$$

3. Nominal The Best (NTB)

Karakteristik kualitas dimana di tetapkan suatu nilai nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal tertentu tersebut maka kualitasnya semakin baik.

nilai S/N untuk jenis karakteridstik NTB adalah :

$$\eta = 10 \log_{10}\left[\frac{\mu^2}{\sigma^2}\right]$$

Dimana:

$$\eta = {}^{1}/_{n} \sum_{i=}^{n} yi$$

$$\sigma^2 = {}^{1}/_{n} \sum_{i=}^{n} (yi - \mu)^2$$

dimana :

$\eta$ : signal to noise rasio yang memiliki satuan decibel

n : jumlah tes didalam percobaan

$yi$ : nilai respon dari cuplikan ke i untuk jenis eksperimen tertentu

### 2.10.3. Faktor Terkendali Dan Faktor Noise

Taguchi mengembangan faktor perancangan dan pengembangan produk atau proses kedalam dua kelompok yaitu faktor terkendali dan faktor noise. Faktor terkendali adalah faktor yang ditetapkan atau dapat dikendalikan oleh produsen selama tahap perancangan produk atau proses yang tidak dapat diubah oleh koonsumen . Sedangkan faktor noise adalah faktor yang tidak dapat dikendalikan langsung oleh produsen. Faktor noise dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

a. Faktor Noise Eksternal

   Diartikan sebagai sumber-sumber variabilitas yang berassal dari luar produk.

b. Faktor Noise dari Unit ke Unit

Merupakan dari hasil produksi dimana selalu ada perbedaaan dari setiap item yang sejenis yang telah diproduksi. Disebut juga sebagai variasi toleransi.

c. Faktor Noise Deteriorasi

Disebut Juga noise internal karena ini berasal dari sesuatu (internal) yang berubah dari proses atau degradasi dari komponen mesin yang memasuki over time.

Dalam perancangan eksperimen Taguchi penaganan faktor noise melalui tiga cara yaitu :

1. Dengan melakukan pengulangan terhadap masing-masing percobaan.
2. Dengan memasukkan faktor noise tersebut ke dalam percobaan dengan menempatkannya diluar faktor terkendali.
3. Dengan menganggap faktor kendali bervariasi.

**Tabel 2.1. 1/16 FFE ( Fractional-Factorial Experiment )**

| | | | A1 | | | | | | | | A2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | B1 | | | | B2 | | | | B1 | | | | B2 | | | |
| | | | C1 | | C2 | | C1 | | C2 | | C1 | | C2 | | C1 | | C2 | |
| | | | D1 | D2 | D1 | D2 | D1 | D2 | D1 | D2 | D1 | D2 | D1 | D2 | D1 | D2 | D1 | D2 |
| E1 | F1 | G1 | 1 | 9 | 17 | 25 | 33 | 41 | 49 | 57 | 65 | 73 | 81 | 89 | 97 | 105 | 113 | 121 |
| | | G2 | 2 | 10 | 18 | 26 | 34 | 42 | 50 | 58 | 66 | 74 | 82 | 90 | 98 | 106 | 114 | 122 |
| | F2 | G1 | 3 | 11 | 19 | 27 | 35 | 43 | 51 | 59 | 67 | 75 | 83 | 91 | 99 | 107 | 115 | 123 |
| | | G2 | 4 | 12 | 20 | 28 | 36 | 44 | 52 | 60 | 68 | 76 | 84 | 92 | 100 | 108 | 116 | 124 |
| E2 | F1 | G1 | 5 | 13 | 21 | 29 | 37 | 45 | 53 | 61 | 69 | 77 | 85 | 93 | 101 | 109 | 117 | 125 |
| | | G2 | 6 | 14 | 22 | 30 | 38 | 46 | 54 | 62 | 70 | 78 | 86 | 94 | 102 | 110 | 118 | 126 |
| | F2 | G1 | 7 | 15 | 23 | 31 | 39 | 47 | 55 | 63 | 71 | 79 | 87 | 95 | 103 | 111 | 119 | 127 |
| | | G2 | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 | 128 |

### 2.10.4. Perancangan Eksperimen Taguchi

Perancangan eksperimen merupakan evaluasi secara serentak terhadap dua atau lebih faktor (parameter) terhadap kemampuan mempengaruhi rata-rata atau variabilitas hasil gabungan dari karakteristik produk atau proses tertentu (Glen S.P, 1993).

Ada beberapa langkah yang diusulkan Taguchi untuk melakukan eksperimen secara sistematis, yaitu :

a. Menyatakan permasalahan yang akan di pecahkan
b. Menentukan tujuan penelitian
c. Menentukan metode pengukuran
d. Identifikasi faktor
e. Memisahkan faktor kontrol dan faktor noise
f. Menentukan level setiap faktor dan nilai faktor
g. Mengidentifikasi faktor yang mungkin berinteraksi
h. Menggambarkan linear graph untuk faktor control dan interaksi
i. Memilih orthogonal array
j. Memasukkan faktor atau interaksi kedalam kolom
k. Melakukan eksperimen
l. Analisa hasil eksperimen
m. Interpretasi hasil

n. Pemilihan level faktor untukkondisi optimal

o. Perkiraanrata-rata prosespada kondisi optimal

p. Menjalankan eksperimen konfirmasi

## 2.11. Penentuan Dan Pemilihan Orthogonal Array

### 2.11.1. Derajat Bebas Atau *Degree Of Freedom*

Derajat bebas merupakan banyaknya perbandingan yang harus dilakukan antara level-level faktor (efek utama) atau interaksi yang digunakan untuk menentukan jumalah percobaan minimum yang dilakukan. Perhitungan derajat bebas dilakukan agar diproleh suatu pemahamaan mengenai hubungan antara suatu faktor dengan level yang berbeda-beda terhadap karakteristik kualitas yang dihasilkan. Perbandingan ini sendiri akan memberikan informasi tentang faktor dan level yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap karakteristik kualitas. Untuk menentukan orthogonal array yang diperlukan maka dibutuhkan perhitungan derajat kebebasan adalah sebagai berikut :

VA = (jumlah level faktor A) – 1

= kA – 1

VB = (jumlah level faktor B) -1

= kB – 1

untuk interaksi, misal interaksi A dan B

VAxB = (kA.1) (kB.1)

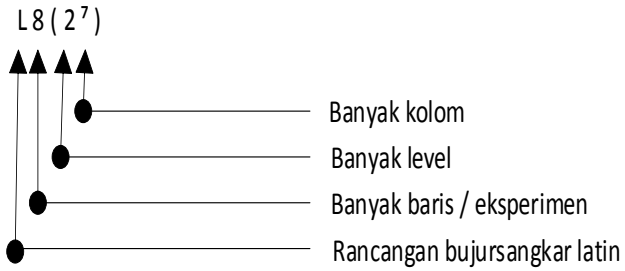
nilai derajat bebas total =

(kA.1)+(kB.1)+(kA.1)(kB.1)

Tabel orthogonal array yang dipilih harus mempunyai jumlah baris minimum yang tidak boleh kurang dari jumlah derajat bebas totalnya.

### 2.11.2. Orthogonal Array

Matrik orthogonal terdiri dari kolom-kolom orthogonal. Yaitu untuk setiap pasang kolom, semua kondisi performansi muncul dalam jumlah yang sama. Dalam matrik orthogonal, kolom menyatakan faktor-faktor yang dipelajari, baris mewakili eksperimen individual, jumlah baris menyatakan banyaknya eksperimen yang harus dilakukan, dimana jumlah baris minimal sama dengan *degree of freedom* dan isi dari matrik orthogonal menyatakan level atau taraf dari faktor-faktor yang dipelajari.




**Gambar 1. Notasi Orthogonal Array**

1. Notasi L

Notasi L Menyaakan informasi mengenai orthoghonal array.

2. Nomer baris

   Menyatakan jumlah percobaan yang dibutuhkan ketika menggunakan orthogonal array.

3. Nomer level

   Menyatakan jumlah level faktor .

4. Nomer kolom

   Menyatakan jumlah faktor yang diamati dalam orthogonal array.

Pemilihan matrik orthogonal yang dipakai bergantung pada derajat bebas yang dipelajari, level faktor yang dipelajari, resolusi dan biaya (Belavendram, 1995). Dalam memilih orthogonal array yang sesuai untuk suatu eksperimen tertentu di isayaraatkan agar $v_{OA} \geq V_j$ dengan $V_j$ : derajat bebas level faktor. Derajat bebas array orthogonal ($v_{OA}$) selalu kurang satu dari banyaknya eksperimen.

$$v_{OA} = n_{OA} - 1$$

dengan $n_{OA}$ adalah banyaknya baris atau eksperimen. Sedangkan derajat bebas suatu faktor $V_j$ adalah satu kurangnya dari jumlah level faktor tersebut.

$V_j = n_j - 1$

dengan $n_j$ adalah banyaknya level.

**Tabel 2.2. Orthogonal Array Standar**

| 2 level | 3 level | 4 level | 5 level | Level gabungan |
|---|---|---|---|---|
| $L_4(2^3)$ | $L_9(3^4)$ | $L_{16}(4^5)$ | $L_{25}(5^6)$ | $L_{18}(2^1x3^7)$ |
| $L_8(2^7)$ | $L_{27}(3^{13})$ | $L_{64}(4^{21})$ | | $L_{12}(2^1x4^9)$ |
| $L_{12}(2^{11})$ | $L_{81}(2^{40})$ | | | $L_{36}(2^{11}x3^{12})$ |
| $L_{16}(2^{15})$ | | | | $L_{36}(2^3x3^{13})$ |
| $L_{32}(2^{31})$ | | | | $L_{54}(2^1x3^{25})$ |
| $L_{64}(2^{63})$ | | | | $L_{50}(2^1x5^{11})$ |

**Tabel 2.3 Matrik Orthogonal Array $L_8 2^7$ Standar**

| Trial | Column Number | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |

### 2.11.3. Taguchi Multirespon MRSN (*Multi Respon Signal To Noise*)

Taguchi dibedakan menjadi dua yaitu *taguchi single respon* dan *taguchi multi respon*. *Taguchi single respon* hanya mempunyai satu variabel respon sehingga langsung didapatkan kombinasi optimal dari variabel respon tersebut. *Taguchi multi respon* mempunyai lebih dari satu variabel respon (minimal dua variabel respon), dan masing-masing variabel respon mempunyai kombinasi faktor yang berbeda sehingga diperukan penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan kombinasi faktor yang optimal untuk meningkatkan kualitas masing-masing variabel respon.

Lee ing tong dan Cao ton su (1997) mengusulkan dua metode penyelesaian problem multirespon, yaitu metode MRSN (*Multi Respon Signal To Noise)* dan TOPSIS *(Technique For Order Preference By Similarity To Idealn Solution*) untuk menentukan kondisi optimal padatahapan desain parameter.

Langkah-langkah yang sistematis dalam melakukan eksperimen multi respon dengan menggunakan MRSN terdiri dari beberapa tahapan yaitu

1. Menghitung quality loss untuk setiap trial untuk karakteristik kualitas :

   a. Large the better

$$L_y = k \sum_{k=1}^{n_i} \frac{1}{y^2{}_{ijk}}$$

   *b. Nominal The Best*

$$L_y = k \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} \left(y_{ijk} - m\right)^2$$

   *c. Smaller The Best*

$$L_{ijk} = k \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} y^2{}_{ijk}$$

   Dimana

   $L_y$ = quality loss untuk respon ke-i, trial ke-j

   $L_{ijk}$ = data untuk respon ke-I, trial ke-j, replikasi ke-k

   $n_i$ = replikasi untuk respon ke-i

$k$ = koefesien dari quality loss

$m$ = nilai target

2. Menentukan multi respon signal to noise (MRSN) ratio.

   a. Menentukan *quality loss* maksimum untuk tiap respon.

   b. Normalisasi *quality loss* tiap eksperimen.

$$C_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i}$$

   dimana :

   $C_{ij}$ = *normalized quality loss* untuk respon ke-i, pada trial ke-j

   $L_{ij}$ = max { $L_{i1}$, $L_{i2}$, …, $L_{ij}$}

   c. Menghitung total *normalized quality loss* (TNQL) setiap eksperimen.

$$TNQL_i = \sum_{i=1}^{m} w_i x C_{ij}$$

   Dimana :

   $w_i$= bobot normalisasi respon ke-i

   d. Menghitung MRSN ratio setiap eksperimen

   $MRSN_j = -10log(TNQL_j)$

3. Menentukan kombinasi level faktor yang optimal berdasarkan nilai MRSN terbesar. Tahapannya:

   a. Membuat tabel respon dan grafik respon dari MRSN.

   b. Menentukan faktor kontrol yang memiliki efek yang signifikan terhadap MRSN.

c. Menentukan level optimal dari faktor kontrol berdasarkan nilai MRSN terbesar.

4. Melakukan eksperimen konfrimasi.

Hasil eksperimen konfirmasi menentukan apakah level faktor optimal yang di proleh bisa diperluas pada skala industri.

## 2.12. Uji Persyaratan Analisis Data

### 2.12.1. Uji Normalitas

Data klasifikasi kontinyu, data kuantitatif yang termasuk dalam pengukuran data skala interval atau ratio, untuk dapat dilakukan uji statistik parametrik dipersyaratkan berdistribusi normal, pembuktian data distribusi normal tersebut perlu dilakukan uji normalitas terhadap data. Uji normalitas berguna untuk membuktikan data dari sampel yang dimiliki berasal dari populasi berdistribusi normal atau data populasi yang berdistribusi normal. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk membuktikan suatu data berdistribusi normal atau tidak.

Metode klasik dalam pengujian normalitas suatu data tidak begitu rumit. Berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statistik, data yang banyak lebih dari 30 angka ($n > 30$), maka sudah dapat diasumsikan berdistribusi normal. Biasa dikatakan sebagai sampel besar. Namun untuk memberikan kepastian, data yang dimiliki berdistribusi normal atau tidak, sebaiknya digunakan uji statistik normalitas. Karena belum tentu data yang lebih dari 30 bisa dipastikan berdistribusi normal, sebaliknya data yang kurang dari 30 belum tentu tidak berdistribusi normal, untuk itu perlu pembuktian normalitas

menggunakan uji statistik normalitas. Dalam penelitian ini uji normalitas yang digunakan adalah Kolmogorov-Smirnov.

Langkah-langkah Kolmogorov-Smirnov:

a. Menetapkan hipotesis

   Ho : data berdistribusi normal

   H1 : data tidak berdistribusi normal

b. Menghitung statistik uji

   Tentukan f(x) dari tabel distribusi normal dan s(x) diproleh dari frekuensi kumulatif masing-masing xi dibagi dengan jumlah data. Kemudian tentukian nilai $T_{hitung}$= ⎪ f(x)-s(x) ⎪ tersebar.

c. Menetapkan` α =0,05

   Menetukan daerah penolakannya $w_{1-\alpha}$ didapatkan dari tabel kolmogorov-smirnov sesuai dengan jumlah data n.

d. Membuat kesimpulan

   Membandinghkan antara hasil perhitungan $T_{hitung}$ dengan $w_{1-\alpha}$.

   Jika $T_{hitung}$< $w_{1-\alpha}$ maka ho diterima, dalam hal ini ho ditolak.

e. Membuat interpretasi dari kesimpulan

   Jika Ho diterima maka data berdistribusi normal, jika Ho ditolak maka data tidak berdistribusi normal.

   Signifikansi metode kolmogorov-smirnov menggunakan tabel berbandingan Kolmogorov-Smirnov. Ditunjukan pada tabel 2.4

**Tabel 2.4.Tabel Perbandingan Kolmogorov-Smirnov**

| NO | Xi | Z=$\frac{x^1-X}{SD}$ | $F_T$ | $F_S$ | $\lvert F_T - F_S \rvert$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| dst | | | | | |

Keterangan :

Xi = angka pada data

Z = tranformasi dari angka ke notasi pada distribusi normal

$F_T$ = probabilitas komulatif normal

$F_S$= probabilitas komulatif empiris

$F_T$ = komulatif proporsi luasan kurva normal berdasarkan notasi Zi, dihitung dari luasan kurva mulai dari ujung kiri sampai dengan titik Z.

### 2.12.2. Uji Homogenitas

Apabila data tersebut normal selanjutnya di uji homogenitas. Uji homogenitas pada data hasil penelitian ini menggunakan uji bartlett, karena k ≥2.

**Tabel 2.5 Ringkasan Perhitungan Homogenitas Dengan Uji Bartlett**

| **Sampel** | **Dk** | **1/dk** | **$S_i^2$** | **Log $S_i^2$** | **(dk) Log $S_i^2$** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $n_1 - 1$ | $1/n_1$-1 | $S_1^2$ | Log $S_i^2$ | $(n_1\text{-}1)$ log $S_1^2$ |
| 2 | $n_2 - 1$ | $1/n_2$-1 | $S_2^2$ | Log $S_2^2$ | $(n_2\text{-}1)$ log $S_2^2$ |
| K | nk-1 | 1/nk-1 | $S_k^2$ | Log $S_k^2$ | $(n_k\text{-}1)$ log $S_k^2$ |
| **Jumlah** | ∑(n-1) | ∑ $(1/n_1\text{-}1)$ | - | | ∑$(n_1\text{-}1)$ log $S_1^2$ |

Perhitungan varians gabungan ( $S^2$ ) dari semua sampel :

$$S^2 = [\sum(ni - 1)Si^2/\sum(ni - 1)]$$

harga menghitung harga satuan B :

$$B = (\log S^2).\sum(n - 1)$$

Untuk menghitung chi kuadrat :

$$\chi^2 = (\text{In } 10)\left[B - \sum(n_1 - 1)\log {S_1}^2\right]$$

Kesimpulan :

Bila didapat $\chi^2$ hitung $\leq \chi^2$ tabel dengan $\chi^2$ tabel = $\chi^2$ $(1_{-\alpha})$ (k-1) maka data homogen (sudjana. 1992).

## 2.13. Analisis Variansi (ANOVA)

*Anova* digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis *ANOVA* adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Langkah-langkah perhitungan dalam analisis variansi multi faktor adalah sebagai berikut (Mayasari, et al. 2014):

(1). Menghitung harga-harga Sum of Square (SS) atau jumlah kuadrat (JK)

a. *Total Sum of Square* ($SS_T$) atau jumlah kuadrat total

$$SS_T = \left[\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} {y_{ij}}^2\right] - CF$$

CF = Correction Factor= $T^2/N$

$$T = \left[\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} y_{ij}\right]$$

T = jumlah hasil seluruh pengamatan

N = jumlah pengamatan

b. *Sum of Square* atau jumlah kuadrat untuk suatu faktor, misal faktor A

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{A_i^{\,2}}{n_A}\right)\right] - CF$$

ssʌ = sum of square faktor a

ai = jumlah nilai pengamatan di bawah level ke-i fsktor a

nʌi = banyaknya data pengamatan di bawah level ke-i faktor a

ai² = rata-rata nilai pengamatan di bawah level ke-i faktor a

kʌ = banyaknya level faktor a

c. *Sum of Square error* atau jumlah kuadrat kesalahan

SSe = SST – SSA – SSB – SSinteraksi

(2). Menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas

a. *degree of freedom* total (dfᴛ) dirumuskan dengan :

$df_T = N-1$

b. *degree of freedom* faktor A dirumuskan dengan :

$df_A = k_A-1$

c. *degree of freedom error* (dfe) dirumuskan dengan :

dfe = $df_T$ – df faktor – df interaksi

(3). Menghitung *mean of square* (MS) dengan rumus :

$MS_A = SS_A/V_A$

$SS_A$ = Sum of Square faktor A

$V_A$ = Derajat bebas faktor A = $k_A$ – 1

MSe = SSe/Ve

SSe = Sum of Square error

Ve = Derajat bebas kesalahan (error) = VT – VA – VB –Vinteraksi

(4). Menghitung F ratio suatu faktor dengan rumus :

Fratio = $MS_A/Mse$

(5). Menghitung pure of square (SS') suatu faktor dengan rumus :

SS' = SS – ($df_A$ *x* Mse)

(6). Menghitung persen kontribusi (P) faktor A dengan rumus :

$P = SS_A'/SS_T \times 100\%$

(7). Menghitung nilai Signal to Noise Ratio (SNR)

Dalam penelitian ini karakteristik kualitasnya adalah *Larger-the-Better* (LTB).Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik LTB adalah :

$$S/N_LTB = -10Log\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{yi^2} \right]$$

(8). Menghitung Efek dari tiap faktor

Perhitungan efek tiap faktor, dalam hal ini faktor kendali dilakukan dengan menggunakan rumus :

Efek faktor = 1/a(∑ηo)

a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks orthogonal

η = nilai SNR yang digunakan

o = nomor eksperimens yang mempunyai level sama.

# BAB III

# METODE PENELITIAN

## 3.1. Subjek dan Objek Penelitian

### 3.1.1. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian kali ini adalah pengeringan ikan bilis.

### 3.1.2. Objek Penelitian

Obyek penelitian kali ini beradadi Pantai Ngrenehan , Kecamatan Saptosari, Kabupaten Gunung Kidul.

## 3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian kali ini adalah pengeringan ikan bilis yang menggunakan alat pengering tipe parabola dengan spesifikasi:

a. Jumlah tray
b. Bahan parabola
c. Lama pengeringan
d. Putaran tray
e. Tinggi tray
f. Kapasitas ikan

## 3.3. Alat dan Bahan Penelitian

### 3.3.1. Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah las listrik, gerenda, gunting, glass cutter.

### 3.3.2. Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah

a. Aluminium

Aluminium digunakan untuk rak pengering. Aluminium digunakan dikarenakan anti karat.

b. Cermin

Cermin digunakan untuk pembuat parabola yang berfungsi sebagai penghantar panas dengan cara dipantulkan ke rak pengering.

c. Aluminium Foil

Aluminium foil digunakan untuk membuat pelapis cerminparabola yang berfungsi untuk memantulkan panas.

d. Besi

Besi digunakan untuk menyanggah tray dan parabola.

e. Motor Penggerak

Motor penggerak digunakan untuk memutar tray.

## 3.4. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan *Focus Discussion Group* (FGD)guna mendapatkan permasalahan dan keinginan pengguna sehingga peneliti dapat merancang alat yang sesuai dengan keinginan pengguna.

### 3.4.1. Observasi Lapangan

Observasi ini dilakukan untuk melihat langsung UMKM Mina Lestari mengenai tata cara pengolahan ikan kering. Selama ini cara UMKM Mina Lestari untuk mengolah ikan bilis hanya menggunakan proses tradisional,

dimana ikan hanya dikeringkan dibawah terik matahari.. Hal ini dilakukan karena UMKM Mina Lestari belum mempunyai pengetahuan untuk membuat alat pengering yang lebih modern. Maka dari itu, dengan adanya penelitian ini dapat memberikan solusi kepada UMKM Mina Lestari tentang bagaimana cara pengeringan ikan bilis yang yang dapat meningkatkan proses, higienis, dan prosuktifitas.

### 3.4.2. Tahapan-tahapan Pendekatan Partisipatori

Menurut Afandi (2013) tahapan-tahapan pendekatan pasipatori yang harus dilalui adalah, sebagai berikut :

1. Pemetaan awal

   Langkah ini dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui kondisi awal dilapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memberikan solusi mengenai pengeringan ikan bilis.

2. Membangun hubungan kemanusiaan

   Peneliti perlu membangun hubungan yang baik dengan UMKM Mina Lestari untuk meningkatkan kepercayaan antara peneliti dengan UMKM Mina Lestari. Sehingga nantinya alat yang akan dibuat dapat dimanfaatkan dengan baik oleh UMKM Mina Lestari.

3. Penetuan agenda riset

   Penetuan agenda riset ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi awal dalam mengetahui permasalahan yang terjadi UMKM Mina Lestari. Penelitian ini melibatkan warga, stakeholder, dan pakar.

4. Pemetan pasipatori

   Peneliti merumusukan pemetaan persoalan yang selama ini dialami oleh UMKM Mina Lestari. Penelitian ini difokuskan pada prose pengeringan ikan bilis di UMKM Mina Lestari.

5. Menyusun strategi tindakan

   menyusun strategi tindakan bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang terjadi UMKM Mina Lestari. Peneliti menetukan langkah sistematis, menetukan pihak yang terlibat dalam penelitian. Pihak yang terlibat dalam penelitian ini adalah peneliti, masyarakat, stakeholder, dan pakar. Memprediksikan kemungkinan keberhasilan dan kegagalan dari alat yang akan dirancang.

6. Pengorganisasian masyarakat

   Peneliti mendampingi masyarakat yang terlibat sebagai kelompok kerja (UMKM Mina Lestari), yang bertujuan untuk mempermudah penggunaan alat dengan cara memberikan pengarahan dalam menggunakan alat.

7. Refleksi (teoritisasi perubahan social)

   Peneliti merumuskan karya ilmiah yang berdasarkan riset, perancangan alat, dan proses pembelajaran masyarakat dalam penggunaan alat sehingga sehingga karya ilmiah ini dapat dipersentasikan dan sebagai alat yang berguna bagi UMKM Mina Lestari

### 3.4.3. Wawancara Awal

Wawancara dilakukan untuk menggali informasi secara langsung kepada UMKM Mina Lestari dari pihak yang terkait dalam proses penunjang pembuatan alat pengering ikan. wawancara ini meliputi,wawancara kepada warga sekitar dan kepada UMKM Mina Lestari. Jawaban yang diberikan warga berupa bau ikan yang dikeringkan dikarenakan lama proses pengeringan yang memakan waktu 4-7 hari, sedangkan untuk UMKM Mina Lestari berupa lama proses pengeringan, produktifitas serta hasil yang baik yang sesuai dengan SNI sehingga ikan kering hasil olahan UMKM Mina Lestari dapat di trima oleh pasar dalam negri bahkan pasar luar negri. Hasil wawancara ini kemudian dijadikan acuan awal topik diskusi pada tahap diskusi kelompok.

### 3.4.4. Diskusi Kelompok

Diskusi dilakukan sebagai upaya pembahasan lebih mendalam dengan cara tukar pendapat dan masukan dalam rangka mencari solusi yang diharapkan oleh seluruh pihak yang terlibat. Diskusi dilakukan diluar jam kerja dan dilakukan bertahap. Peserta diskusi melibatkan seluruh pihak yang terlibat yaitu warga sebagai pihak yang dirugikan akibat pencemaran limbah yang berupa bau ikan, UMKM Mina Lestari sebagai pihak yang memiliki usaha, sehingga dapat mengetahui segala bentuk kendala dan solusi yang ingin dicari. Untuk itu, peneliti selaku mediator yang berperan sebagai perancang dan aplikator hasil diskusi, dapat mewujudkan rancangan alat pengering yang sesuai dengan kebutuhan warga.

### 3.4.5. Perancangan Alat Pengering

Konsep dari rancangan alat pengering ini diharapkan benar-benar dapat di implementasikan kepada UMKM Mina Lestari untuk mengolah ikan bilis kering sehingga dapat meningkatkan produktifitas.

## 3.5. Variabel Penelitian

### 3.5.1. Variabel Respon

Variabel respon pada penelitian ini meliputi :

**a. Kadar Air**

Kadar air merupakan salah satu sifat kimia dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan pangan. Menurut Hadiwiyoto (1993), menyatakan bahwa air merupakan komponen terbanyak yang terdapat di dalam daging ikan.

Kadar air di pengaruhi oleh waktu dan suhu. Pada proses pengeringan 6 jam dan dengan suhu 70ºC diperoleh kadar air sebesar 68,70%. Sedangkan untuk pengeringan selama 12 jam dengan suhu 70ºC diperoleh kadar air sebesar 39,05% (Riansyah, A., et,al, 2014).Tinggi rak dibagi dalam dua ukuran, ukuran pertama 10 cm (Hardanto,& Sulistyo.2010), ukuran ke dua 20 cm (Tambosoe., et,al. 2010). Kecepatan tray yang terkendali dapat membantu pemerataan kalor dan mempercepat difusi air kepermukaan ikan akibat efek sentrifugal dari putaran tray tersebut, dimana putaran tray 16 dan 20 rpm (Heri, 2011).Desain rancang bangun rak pada penelitian ini ada ada 2 jenis. Yang pertama desain alat pengering dengan 3 rak, desain alat ini

mampu menampung ikan dengan kapasitas 3 kg dalam sekali pengeringan dengan ukuran ikan yg kecil (Mukkun & Dana. 2016)sedangkan untuk rak dengan 5 tingkat mampu menampung ikan dengan kapasitas 5kg ( Setyoko, B., et al. 2012).

Cermin yang di gunakan untuk parabola adalah cermin cekung. Di mana sinar matahari yang dipantulkan pada cermin cekung akan memantulkan sinar pantul pada bagian belakang alat pengering. Sehingga energi foton pada sinar matahari yang dipancarkan oleh matahari akan dipantulkan dengan sudut pantul pada setiap permukaan cermin menuju dan terkumpul pada bagian belakang alat pengering. Sedangkan untuk aluminium foil kertas ini terbuat dari bahan bauksit, silika dan alumina. Mempunyai sifat sebagai penyerap panas yang baik dan tahan terhadap panas tetapi tidak sebagai penghantar panas dan lemah dalam memantulkan panas sinar matahari (Tripler. 2001).

**b. Kadar Protein**

Kadar protein dipengaruhi oleh suhu dan waktu lama pengeringan. Menurut (Riansyah Angga., et,al. 2013), setelah proses pengeringan selama 6 jam dan dengan suhu 70ºC diperoleh kadar protein sebesar 24,12%. Kenaikan nilai kadar protein ini terus berlangsung dengan semakin lamanya waktu yang digunakan selama proses pegeringan. Kadar protein yang meningkat ini juga karena adanya penurunan dari nilai kadar air seiring dengan semakin tinggi suhu dan lama waktu yang digunakan selama proses pengeringan.Untuk menjaga agar ikan tetap segar dan kadar proteinnya tetap terjaga dilakukan cara

penyimpanan sebagai berikut: dicuci dan dibersihkan dari insang, sisik, kotoran diperut

### 3.6. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk mendesain percobaan yang efisisen dan digunakan untuk menganalisis data percobaan, untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter adalah dengan menggunakan Orthogonal Array. Matrik *Orthogonal Array* dapat dilihat pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3 Matrik Orthogonal Array $L_8 2^7$ Standar**

| **Trial** | **Number of Columns** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |

| | Faktor Kendali | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | **Data hasil Percobaan** | | | |
| **Trial** | **Number of Columns** | | | | | | | **Replikasi ke** | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | | | | |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | | | | |

keterangan Matrik Orthogonal Array $L_8 2^7$ Standar :

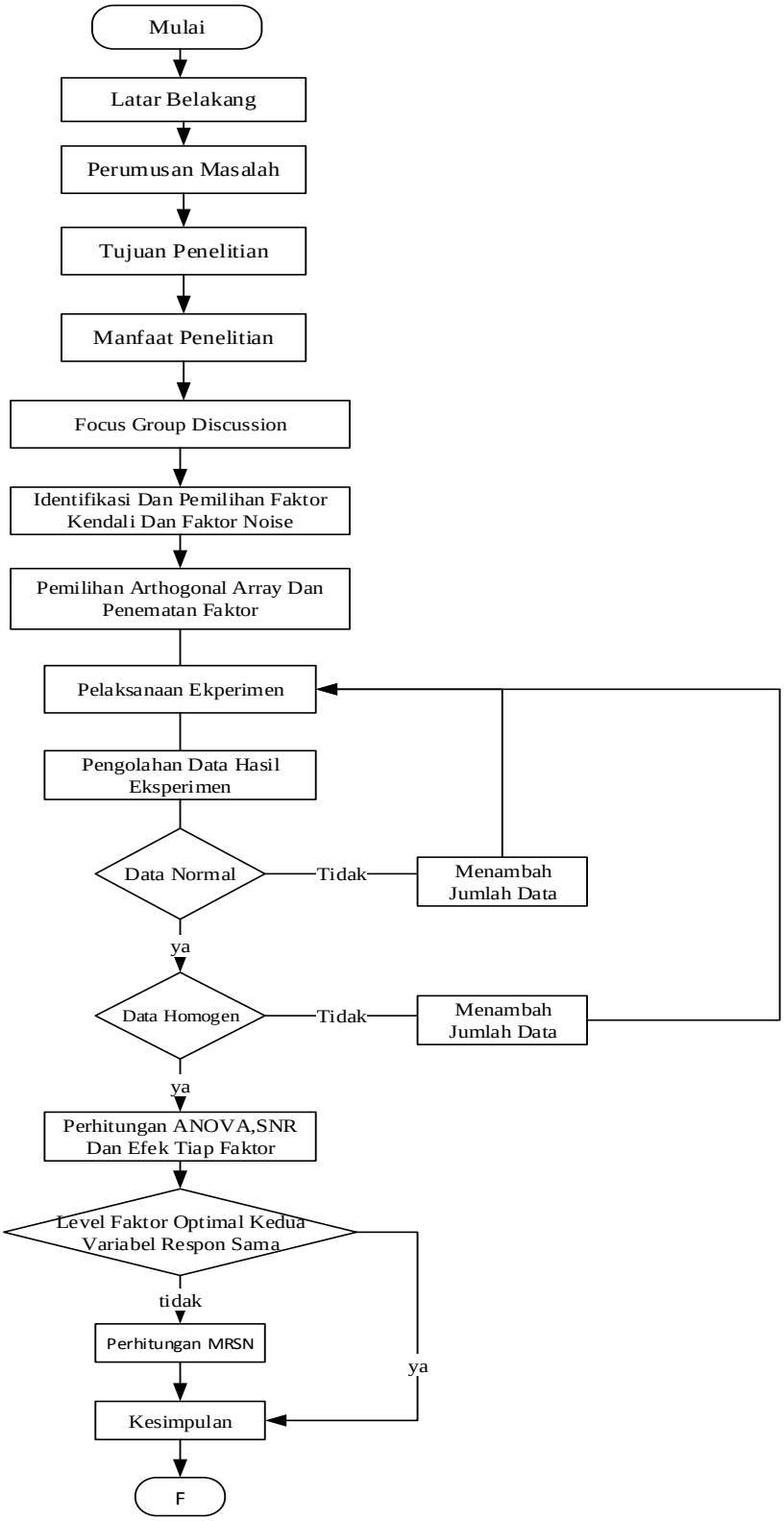
8 : menunjukkan banyaknya baris atau eksperimen.

2 : menunjukkan banyaknya level.

6 : menunjukkan banyaknya faktor atau kolom.

## 3.7. Prosedur Penelitian

Diagram alir penelitian



# BAB IV

# HASIL PENELITIAN

## 4.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi real dilapangan. Kondisi lapangan di UMKM Mina Lestari merupakan penghasil ikan bilis kering yang berada di Desa Kanigoro Kecamatan Saptosari Kabupaten gunung kidul. Proses pengeringan di UMKM Mina Lestari dilakukan dengan cara tradisional yang mana ikan disusun pada rak bambu dan di jemur dibawah sinar matahari. Proses pengeringan tradisional ini memakan waktu 4-7 hari dengan kapasitas pengeringan 10 kg. hal ini mengakibatkan produksi tidak maksimal. selain itu tercemarnya udara yang berupa bau ikan yang menyengat akibat ikan yang dikeringkan tidak langsung kering. Dengan data yang didapatkan dilapangan, peneliti merasa sangat diperlukan adanya alat pengering ikan tersebut.

Wawancara awal yang berupa diskusi berupa tanya jawab, diskusi ini dilakukan untuk menggali informasi yang berkaitan dengan pembuatan alat pengering. Dalam diskusi ini melibatakan UMKM Mina Lestari guna untuk mengetahui keinginan atau harapan UMKM Mina Lestari sehingga dapat merancang alat yang sesuai dengan keinginan dan harapan UMKM Mina Lestari. Sehingga mendapatkan hasil alat yang berdaya guna praktis, ekonomis, dan ergonomis.

## 4.2 Hasil Diskusi Kelompok

Hasil diskusi ini melibatkan peneliti, warga pantai trisik yang bertujuan untuk membantu dalam mengatasi kendala dan keinginan kedalam pembuatan alat pengering. Diskusi ini dimulai dari tahap awal berupa lama proses pengeringan ,produktifitas, pencemaran udara, jenis ikan dan bagaimana cara mengatasi masalah tersebut sehingga dapat dipecahkan bersama.guna mencapai pembuatan alat pengering yang berkualitas sesuai dengan keinginan warga. Diskusi pertama dilakukan pada tangga 12 agustus 2017 dan diskusi ke dua pada tanggal 29 Agustus 2017. Adapun hasil tahapan diskusi meliputi sebagai berikut:

**Table 4.1. Table Tahapan Diskusi**

| Diskusi Tahap 1 | |
|---|---|
| Permasalahan | Rencana perbaikan |
| Tidak tersedianya alat pengering ikan | Membuat alat pengering yang sesuai dengan keinginan UMKM Mina Lestari. |
| | Membuat alat dengan memanfaatkan tenaga panas matahari |
| Lahan pengeringan | Membuat alat pengering yang berupa rak bertingkat sehingga mampu menanggulangi keterbatasan lahan |
| Kebersihan bahan | Membuat alat menggunakan bahan yang tidak mudah berkarat |
| | Membuat alat yang mudah dibersihkan |
| Alat mahal | Membuat alat pengering dengan bahan recaycle. |
| | Membuat alat dengan menggunakan bahan yang mudah didapat. |
| | Membuat alat dengan biaya operasional rendah. |

| | |
|---|---|
| | Membuat alat pengering yang tidak membutuhkan tenaga kerja yang banyak |
| Pemanasan bahan yang tidak merata | Membuat alat dengan menggunakan bahan semi konduktor<br><br>Membuat alat pengering yang dapat memfokuskan panas sehingga bahan cepat kering. |
| Diskusi Tahap 2 | |
| 1. Membuat alat penngering yang tidak menyulitkan pengguna<br>2. Membuat alat pengering yang mudah digunakan<br>3. Membuat alat pengering yang mudah dalam perawatannya<br>4. Membuat alat pengering yang ukurannya sesuai pengguna<br>5. Membuat alat pengering yang aman dalam segi keselamatan dan kesehatan.<br>6. Membuat alat pengering dengan waktu jangka panjang dalam penggunanya. | |

### 4.3 Hasil Perancangan

Hasil FGD (*focus discussion group*) menunjukkan bahwa terdapat beberapa komponmen utama berupa ruang pemanas yang berbentuk parabola, ruang bahan yang dikeringkan yang berbentuk rak pyramid. Menurut hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan kelompok warga selaku objek yang terkena dampak dari pencemaran limbah, stakeholder selaku pengusaha atau pemilik rumah olahan ikan bilis kering, dan pedagang ikan kering, serta pakar selaku orang yang menjebatani antara keinginan warga dan peneliti di UMKM Mina Lestari. Hasil yang didapatkan disajikan pada Table 4.2 dibawah ini.

**Table 4.2. Evaluasi Perbaikan Perancangan Alat Pengering**

| Pertemuan 1 | Pertemuan 2 | Evaluasi tahap akhir |
|---|---|---|
| Komponen pengering terdiri dari<br>1. Rak pengering yang menyesuaikan kapasitas limbah.<br>2. System pengering berupa panas matahari yang dipantulkan ke rak pengering<br>3. Pemanas berupa parabola yang dilengkapi cermin sehingga dapat memantulkan ke rak pengering<br>4. Roda yang berguna untuk memindahkan alat pengering. | Komponen pengering terdiri dari<br>1. Rak pengering yang menyesuaikan kapasitas limbah.<br>2. System pengering berupa panas matahari yang dipantulkan ke rak pengering<br>3. Pemanas berupa parabola yang dilengkapi cermin sehingga dapat memantulkan ke rak pengering<br><u>Perbaikan</u><br>Penambahan motor penggerak yang dihubungkan ke rak pengering, dengan rak pengering yang berputar lalat tidak dapat hinggap di bahan yang akan dikeringkan, sehingga bahan terhindar dari polutan dan menjadi higienis. | Dari hasil diskusi didapatkan hasil yang baik dan mencapai kata mufakat sehingga mendapatkan alat pengering yang sesuai dengan keinginan warga |

Menurut SNI mendesain alat pengering yang sesaui dengan out put hasil pengeringan dan diharapakan oleh pengguna yang sesuai dengan *Forum Group Discussion* (FGD). Berdasarkan *Forum Group Discussion* (FGD) diperoleh data variabel respon yang disajikan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3. Variabel Respon Hasil *Forum Group Discussion* (FGD)**

| No | Variabel respon | Faktor yang mempengaruhi | Terkontrol/tdk terkontrol | Level 1 | Level 2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kadar air | Lama pengeringan | Terkontrol | 6 jam | 12 jam |
| | | Tinggi tray | Terkontrol | 10 cm | 20 cm |
| | | Putaran tray | Terkontrol | 16 rpm | 20 rpm |
| | | Jumlah tray | Terkontrol | 3 | 5 |
| | | Parabola | Terkontrol | Cermin | Alumunium foil |
| | | Kapasitas ikan | Terkontrol | 3 kg | 5 kg |
| 2 | Protein | Lama pengeringan | Terkontrol | 6 jam | 12 jam |
| | | Tinggi tray | Terkontrol | 11cm | 20 cm |
| | | Putaran tray | Terkontrol | 16 rpm | 20 rpm |
| | | Jumlah tray | Terkontrol | 3 | 5 |
| | | Parabola | Terkontrol | Cermin | Almunium foil |

Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi karakteristik kualitas produk yang dihasilkan dari hasil *Forum Group Discussion* (FGD) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Faktor Kendali *Forum Group Discussion* (FGD)**

| Faktor Kendali | Level 1 | Level 2 |
|---|---|---|
| A. WaktuPengeringan | 7 jam | 12 am |
| B. Tinggi Tray | 10 cm | 20 cm |
| C. Putaran Tray | 16 rpm | 20 rpm |
| D. Lapisan pengering | Kaca | Almunium foil |
| E. Jumlah rak | 3 rak | 5 rak |
| F. Kapasitas Ikan | 3 kg | 5 kg |

## 4.4 Persiapan Eksperimen

### 4.4.1. Mempersiapkan Material Ikan Bilis

Tahapan awal yang dilakukan untuk mendapatkan ikan bilis untuk eksperimen, dilakukan pembersihan sisik dan jeroan ikan dengan menggunakan pisau, kemudian dilakukan pemfiletan ikan bilis sehingga ikan akan tipis dan mempercepat proses pengeringan. Kemudian lakukan pencucian ikan bilis sampai bersih dan akukan penirisan ikan bilis agar air hilang dari ikan selama 10-15 menit.

### 4.4.2. Karakteristik Pengering Ikan

1. Pengeringan Tradisional

Pengeringan tradisional merupakan pengeringan dengan menggunakan panas sinar matahari. Tetapi hasil yang diperoleh bermutu baik, proses yang dikerjakan yaitu bahan dikeringkan pada lantai yang disemen atau dengan anyaman bambu. Pengeringan tradisional ini memiliki kerugian diantaranya, memerlukan waktu yang lama, sangat tergantung pada cuaca, memerlukan tempat yang luas, kebersihan bahan yang kurang terjamin.



**Gambar 2. Pengeringan Tradisional**

### 4.4.3. Pengeringan Ikan Tipe Parabola

Teknik pengeringan dengan menggunakan parabola merupakan pengeringan buatan dengan memanfaatkan panas sianar matahari. Panas sinar matahari dipantulkan menggunakan kaca yang disusun pada parabola sehingga bentuk mengikuti parabola yang cembung. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh titik fokus panas matahari yang bertujan untuk mempercepat proses pengeringan.



**Gambar 3. Alat Pengering Tipe Parabola**

**Tabel 4.5 Karakteristik Pengering Ikan**

| No | Karakteristik alat pengering ikan | Kualitatif | Kuantitatif |
|---|---|---|---|
| 1 | Lingkungan | Bau dan lalat. Bau akan relatif tidak ada dikarenakan perputaran rotasi, lalat relatif tidak ada dikarenakan perputaran tray dan panas | Dengan sama-sama melakukan pengeringan 5 kg jika dengan tradisional memerlukan tempat yang lebar, dengan adanya paparan ikan yang luas menyebabkan bau dan lalat yang datang akan semakin banyak, tetapi dengan alat ini tidak memerlukan tempat yang luas, dikarenakan rak bertingkat dan bau serta lalat kurang dikarenakan rak berputar dan panas yang dihasilkan oleh parabola |
| 2 | Ruang kerja | Tidak memerlukan tempat yang luas. , polutan (lalat, bau) terkonsentrasi di tempat lingkungan kerja dan sekitar, dipengaruhi kondisi cuaca | 3x3 m (1,5x1,5 m ukuran pengering ikan), penurunan limbah yang berupa polutan (lalat, bau) menjadi 15% |
| 3 | Mesin produksi | Sekali membangun serta tidak membutuhkan tempat yang luas | Pembangunan dapat menggunakan bahan yang sudah tidak terpakai |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | Proses | Proses pengeringan tidak membutuhkan waktu yang lama | Proses pengeringan dibantu dengan parabola dengan cara panas matahari dipantulkan sehingga membentuk titik focus |
| 5 | Hasil | Hasil pengeringan optimal, dikarenakan pengeringan relatif cepat sehingga tidak merusak bahan | Hasil kadar air 8,84-19,08%, dan kadar protein 45,19-61,54% |
| 6 | Beban kerja | 1-2 orang | Pembiayaan menjadi murah |
| 7 | Aman | Aman pada saat pengoperasiannya | Tidak memindahkan alat cukup dengan mengatur titik fokus |
| 8 | Nyaman | Nyaman dalam pengoperasiannya | Dalam hal pengumpulan hasil, tinggal didorong ke tempat yang rindang |
| 9 | Efisien | Efisien lahan | Cukup dengan 3x3 m sudah dapat mengeringkan 15 kg ikan, dengan lama pengeringan yang sama 4-7 hari , dengan alat ini dapat mengeringkan 2x lipatnya |
| 10 | Kesehatan pekerja | Paparan polutan | Dari 4-7 hari dengan alat ini cukup dengan 6-12 jam |
| 11 | Kesehatan lingkungan | Selama 4-7 hari terpapar polutan (bau, gangguan lalat) | Selama 6-12 jam terpapar polutan, sehingga lingkungan lebih sehat. |

### 4.4.4. Desain Alat Pengering Ikan Tipe Parabola



1. Tray
2. Parabola
3. Motor penggerak
4. Rangka
5. Roda

**Gambar 4. Bangun Alat Pengering Tipe Parabola**

Karakteristik alat pengering ikan tipe parabola terpilih hasil FGD :

a. Model pengering ikan berbentuk parabola, hal ini bertujuan untuk memantulkan panas matahari ke arah rak pengering, sehingga membentuk titik fokus dan mempercepat pengeringan.
b. Rak bertingkat yang berguna untuk menyusun ikan dan dapat menampung banyak ikan.
c. Motor penggerak bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan yang disebabkan beda tekanan dan meminimumkan lalat yang hinggap pada ikan.
d. Roda berguna untuk memindahkan alat pengering.

### 4.4.5. Tata Laksana Eksperimen

1. Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Lakukan pembersihan ikan bilis yang meliputi pembuangan jeroan ikan serta pemfiletan ikan.

3. Tiriskan ikan 5-10 menit supaya air hilang dari ikan.
4. Susun ikan pada rak pengering.
5. Atur alat pengering dengan memfokuskan titik fokus pada rak pengering.
6. Lakukan pembalikan ikan setelah setengah lama pengeringan.
7. Lakukan pengngontrolan titik fokus hingga ikan kering sempurna.
8. Setelah ikan kering, angkat dan letakkan pada wadah yang kedap udara seperti di toples untuk menjaga kadar air ikan.

#### 4.4.6. Pengukuran Hasil

Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air dan kadar protein dari ikan kering hasil pengeringan. Pengukuran dilakukan di laboratorium PAU Universitas Gadjah Mada.

### 4.5. Hasil Eksperimen

Hasil yang diperoleh yaitu dengan pengamatan fisik alat pengering dan ikan hasil pengeringan. Untuk alat pengering ikan tipe parabola hasil pengamatan secara fisik merupakan alat yang sangat ramah lingkungan, mudah di digunakan, mudah dibersihkan. Untuk karakteristik ikan kering pengamatan secara fisik yaitu ikan kering dengan aroma segar ikan, rasa gurih dan enak.

### 4.5.1. Data Hasil Pengukuran Kadar Air dan Kadar Protein

**Tabel 4.6. Data Hasil Pengukuran Kadar Air (%)**

| | Faktor Kendali | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Trial** | A | B | C | D | E | F | G | **Replikasi ke** | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.32 | 10.49 | 10.56 | 10.63 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19.08 | 18.96 | 19.08 | 18.87 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9.21 | 9.22 | 8.84 | 8.99 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8.84 | 8.48 | 9.02 | 8.91 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 19.37 | 19.55 | 19.32 | 19.35 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12.02 | 12.22 | 12.14 | 11.89 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15.04 | 14.55 | 14.61 | 14.53 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 15.04 | 18.18 | 18.33 | 12.14 |

**Tabel 4.7. Data Hasil Pengukuran Kadar Protein (%)**

| | Faktor Kendali | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Trial** | A | B | C | D | E | F | G | **Replikasi ke** | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 46.36 | 45.47 | 45.19 | 45.19 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 60.40 | 61.54 | 60.40 | 60.40 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 58.93 | 57.90 | 55.67 | 57.9 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 55.78 | 55.78 | 56.03 | 55.78 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.07 | 51.49 | 52.00 | 51.73 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 59.36 | 58.76 | 58.29 | 58.76 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 60.67 | 60.58 | 60.16 | 60.58 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 46.53 | 47.92 | 46.7 | 47.99 |

Dari hasil penelitian menggunakan alat pengering tipe parabola diperoleh kadar air sebesar 19,35% dan kadar protein 60,58%, sedangkan kadar air menggunakan pengeringan tradisional sebasar 40% (Adawyah,2008) dan kadar protein sebesar 24,12% (Riyansyah, et,al 2013). Hasil ini dipengaruhi oleh waktu

pengeringan, suhu, serta alat pengering yang menggunakan bahan penghantar panas yang baik, sehingga panas yang dihasilkan dapat mengeringkan ikan secara optimal. Semakin kecil kadar air maka semakin besar kadar protein, sehingga kualitas ikan kering tersebut merupakan produk ikan kering yang bagus.

### 4.6. Analisis Data

Hasil analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan uji normalitas menggunakan chi square, uji homogenitas menggunakan uji barlet, anova dan SNR. Masing-masing uji tersebut dilakukan untuk dua variabel yaitu kadar air dan kadar protein.

#### 4.6.1 Uji Normalitas Data

Pengujian ini untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi hasil pengamatan sesuai dengan *expected normal curve frecquencies* dengan menggunakan *chi-squaredistribution*. Uji kebaikan sesuai antara frekuensi yang teramati dengan frekuensi harapan :

$$\chi 2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(oi - ei)^2}{ei}$$

Dengan : oi = frekuensi teramati

ei = frekuensi harapan bagi sel ke-i

#### 4.6.1.1 Uji NormalitasKadar Air

Berdasarkan data hasil pengukuran normalitas kadar air yang tercantum pada tabel 4.8 didapat nilai :

k = 1+3, 32 log 32 = 6 $\sum(\sigma^2)$ = 16.418981

R = 11.070 $\mu$ = 13.680625

P = R/k = 1.845 $\sigma$ = 4.052034163

**Tabel 4.8.Nilai Daftar Distribusi Normal Kadar Air**

| Batas Kelas | Oi | ei | Oi | ei | Oi-ei | $(Oi-ei)^2$ | $(Oi-ei)^2/ei$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,25-10,095 | 8 | 5,62464 | 8 | 5,62464 | 2,37536 | 5,64233 | 1,0031 |
| 10,095-11,94 | 5 | 4,46144 | | | | | |
| 11,94-13,785 | 4 | 5,39008 | 9 | 9,85152 | -0,85152 | 0,72508 | 0,07360 |
| 13,785-15,63 | 5 | 5,48384 | 5 | 5,48384 | -0,48384 | 0,23410 | 0,04268 |
| 15,63-17,475 | 0 | 4,70144 | 10 | 7,92896 | 2,07104 | 4,28920 | 0,54095 |
| 17,475-19,32 | 10 | 3,22752 | | | | | |
| $\sum$ | 32 | 28,88896 | | | | $\sum$ | 1,6603913 |

Nilai distribusi normal dari pengukuran kadar air dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut : $X^2$ hitung = 1.7839862 sedangkan nilai $X^2$ tabel (0,95 : 1) = 3,84, karena $X^2$ hitung $\leq$ $X^2$ tabel yaitu 1.7839862 $\leq$ 3,84 maka Ho diterima artinya data hasil uji kadar air berdistribusi normal.

#### 4.6.1.2 Uji Normalitas Kadar Protein

Berdasarkan data hasil pengukuran normalitas kadar protein yang tercantum pada tabel 4.9 didapat nilai :

k = 1+3, 32 log 32 = 6 $\sum(\sigma^2)$ = 54.7596875

R = 16.350 $\mu$ = 30.674928

P = R/k = 2.725 $\sigma$ = 5.5384951

**Tabel 4.9. Nilai Daftar Distribusi Normal Kadar Protein**

| Batas Kelas | Oi | ei | Oi | ei | Oi-ei | $(Oi-ei)^2$ | $(Oi-ei)^2/ei$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45,19-47,943 | 7 | 5.4 | 10 | 9.8 | 0.2 | 0.04 | 0.2 |
| 47,943-50,67 | 3 | 4.4 | | | | 0 | |
| 50,697-53,45 | 4 | 6 | 4 | 6 | -2 | 4 | 0.6666667 |
| 53,45-56,203 | 6 | 5.1 | 6 | 5.1 | 0.9 | 0.81 | 0.1588235 |
| 56,203-58,97 | 5 | 6.5 | 12 | 10.5 | 1.5 | 2.25 | 0.2142857 |
| 58,957-61,71 | 7 | 4 | | | | | |
| $\sum$ | 32 | 31.4 | | | | $\sum$ | 1.2397759 |

Nilai Distribusi Normal dari pengukuran kadar protein dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut :

$X^2$ hitung = 1.2397759 sedangkan nilai $X^2$ tabel (0,95 : 1) = 3,84, karena $X^2$ hitung $\leq X^2$ tabel yaitu 1.2397759 $\leq$ 3,84 maka Ho diterima artinya data hasil uji protein berdistribusi normal.

### 4.7.Uji Homogenitas Variansi

Salah satu cara untuk menguji homogenitas k buah ( $k \geq 2$) variansi populasi yang berdistribusi normal adalah dengan menggunakan *uji Barlett. Uji Bartlett* digunakan untuk menguji apakah k sampel berasal dari populasi dengan varians yang sama. k sampel bisa berapa saja. Karena biasanya *uji bartlett* digunakan untuk menguji sampel/kelompok yang lebih dari 2. Varians yang sama di seluruh sampel disebut homoscedasticity atau homogenitas varians.

$$s^2 = \{ \Sigma (n_i - 1)\, s_i^2 \} / \Sigma (n_i - 1)$$
$$B = (\log s^2) \Sigma (n_i - 1)$$
$$\chi^2 = (\ln 10) \{B - \Sigma (n_i - 1) \log s_i^2$$

ni....nk = sampel dari populasi

Yij = data dimana i= 1, 2, 3,.....,n dan j = 1, 2, 3,.....nk

$Si^2 = S_1^2, S_2^2, \ldots\ldots\ldots Sk^2$

Jika $x^2 < \chi^2_{(\alpha)(k-1)}$ maka Ho diterima. Catatan beberapa buku menuliskan $\chi^2_{(1-\alpha)(k-1)}$. Perbedaan terletak pada penggunaan tabel dengan daerah penerimaan yang berbeda, tetapi hasil sama.

### 4.7.1. Uji Homogenitas Variansi Kadar Air

Pada penelitian uji homogenitass berfungsi untuk mencari data uji barlet. Adapun hasil uji barlett kadar protein dapat dilihat pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10. Uji Barlett Data Kadar Air**

| Replika | N-1 | 1/N-1 | $Si^2$ | $(N-1)Si^2$ | log $Si^2$ | $(N-1)\log Si^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 0.142857 | 0.345 | 2.416 | -0.4619503 | -3.2336519 |
| 2 | 7 | 0.142857 | 0.324 | 2.266 | -0.4898716 | -3.4291011 |
| 3 | 7 | 0.142857 | 0.248 | 1.735 | -0.6058697 | -4.2410876 |
| 4 | 7 | 0.142857 | 0.334 | 2.34 | -0.475841 | -3.330887 |
| ∑ | 28 | | 1.251 | 8.757 | -2.0335325 | -14.234728 |

Menghitung variansi gabungan dari semua sampel ($S^2$)

$S^2$ =8.757 : 28 = 0.31275

Menghitung harga satuan B

B = -0.5048 x 28 = -14.1345

Menghitung $X^2$ hitung :

$X^2$ hitung = 2,303 x (-14.1345- (-14.234728)) = -14.1345

Nilai hitung Uji Barlett dari pengukuran kadar air dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut :

$X^2$ hitung = -14.1345 sedangkan nilai $X^2$ tabel (0,95 : 3) = 7,810, karena $X^2$ hitung ≤ $X^2$ tabel yaitu -14.1345 ≤ 7,810 maka Ho diterima artinya data hasil Uji Barlett kadar air homogen $X^2$ table (0,95:3) = 7,810

### 4.7.2. Uji Homogenitas Variansi Kadar Protein

Pada penelitian uji homogenitas berfungsi untuk mencari data Uji Barlett. Adapun hasil uji barlett kadar protein dapat dilihat pada tabel 4.11.

**Tabel 4.11. Uji Barlett Data Kadar Protein**

| Rep | N-1 | 1/N-1 | $Si^2$ | $(N-1)Si^2$ | log $Si^2$ | $(N-1)\log Si^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 0.142857 | 31.599 | 221.192 | 1.499672 | 10.4977024 |
| 2 | 7 | 0.142857 | 31.637 | 221.462 | 1.500201 | 10.5014053 |
| 3 | 7 | 0.142857 | 30.049 | 210.342 | 1.477828 | 10.344795 |
| 4 | 7 | 0.142857 | 33.709 | 235.965 | 1.52775 | 10.694252 |
| ∑ | 28 | | 126.994 | 888.961 | 6.005451 | 42.0381547 |

Menghitung variansi gabungan dari semua sampel ($S^2$)

$S^2$ =888.961 : 28 = 31.7486192

Menghitung harga satuan B

B = 1.501725x 28 = 42.04829557

Menghitung $X^2$ hitung :

$X^2$ hitung = 2,303 x (42.04829557 - 42.0381547) = 0.023354429

Nilai hitung Uji Barlett dari pengukuran kadar air dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut :

$X^2$ hitung = 0.023354429 sedangkan nilai $X^2$ tabel (0,95 : 3) = 7,810, karena $X^2$ hitung ≤ $X^2$ tabel yaitu 0.023354429 ≤ 7,810 maka Ho diterima artinya data hasil Uji Barlett kadar protein homogeny $X^2$ tabel (0,95:3) = 7,810

### 4.7.3. Analisis Variansi ( ANOVA )

*Anova* digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis *ANOVA* adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel F. Langkah-langkah perhitungan dalam analisis variansi multifaktor adalah sebagai berikut (Mayasari, et al. 2014):

A. Menghitung harga-harga*Sum of Square (SS)* atau jumlah kuadrat (JK)

a. *Total Sum of Square (SSm)* atau jumlah kuadrat total

$$SS_T = \left[\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} {y_{ij}}^2\right] - CF$$

CF = *Correction Factor* = $T^2/N$

$$T = \left[\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} y_{ij}\right]$$

T = jumlah hasil seluruh pengamatan

N = jumlah pengamatan

b.*Sum of Square* ataujumlah kuadrat untuk suatu faktor, misal faktor *A*

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{A_i{}^2}{n_A}\right)\right] - CF$$

SSΛ = *Sum of Square faktor A*

Ai = jumlah nilai pengamatan di bawah level ke-i fsktor A

nΛi = banyaknya data pengamatan di bawah level ke-i faktor A

Ai² = rata-rata nilai pengamatan di bawah level ke-i faktor A

kΛ = banyaknya level faktor A

c.*Sum of Square error* atau jumlah kuadrat kesalahan

SSe = SST – SSA – SSB – SSinteraksi

B. Menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas

a. *degree of freedom* total (dfҭ) dirumuskan dengan :

dfҭ = N-1

b. *degree of freedom* faktor A dirumuskan dengan :

dfΛ = kΛ-1

c. *degree of freedom error* (dfe) dirumuskan dengan :

dfe = dfҭ – df faktor – df interaksi

C. Menghitung *mean of square* (MS) dengan rumus :

MSΛ = SSΛ/VΛ

$SS_A$ = *Sum of Square faktor A*

$V_A$ = Derajat bebas faktor A = $k_A - 1$

MSe = SSe/Ve

SSe = *Sum of Square error*

Ve = Derajat bebas kesalahan (error) = VT – VA – VB –Vinteraksi

D. Menghitung F ratio suatu faktor dengan rumus :

Fratio = $MS_A$/Mse

E. Menghitung *pure of square (SS')* suatu faktor dengan rumus :

SS' = SS – ($df_A$ *x* Mse)

F. Menghitung persen kontribusi (P) faktor A dengan rumus :

P = $SS_A'/SS_T$ x 100%

G. Menghitung nilai *Signal to Noise Ratio (SNR)*

Dalam penelitian ini karakteristik kualitasnya adalah*Larger-the-Better* (LTB).Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik LTB adalah :

$$S/N_LTB = -10Log\left[ \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{yi^2} \right]$$

H. Menghitung Efek dari tiap faktor

Perhitungan efek tiap faktor, dalam hal ini faktor kendali dilakukan dengan menggunakan rumus :

Efek faktor = $1/a(\sum \eta o)$

a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks orthogonal

$\eta$ = nilai SNR yang digunakan

o = nomor eksperimens yang mempunyai level sama

### 4.7.3.1 Analisis Variansi ( ANOVA ) kadar air

Hasil uji anova kadar air dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini :

**Tabel 4.12. Hasil Perhitungan ANOVA Kadar Air**

| Faktor | Derajat Bebas | SS | MS | F hitung | F tabel | SS' | $SS_T$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 107.972 | 107.9715125 | 97.4312753 | 4.26 | 106.863 | 525.407 | 0.203391376 |
| B | 1 | 77.875 | 77.8752 | 70.2729811 | 4.26 | 76.767 | 525.407 | 0.146109515 |
| C | 1 | 57.889 | 57.8888 | 52.2376642 | 4.26 | 56.781 | 525.407 | 0.1080697 |
| D | 1 | 2.322 | 2.3220125 | 2.09533639 | 4.26 | 1.214 | 525.407 | 0.002310267 |
| E | 1 | 102.746 | 102.7461125 | 92.7159817 | 4.26 | 101.638 | 525.407 | 0.19344595 |
| F | 1 | 0.016 | 0.0162 | 0.01461855 | 4.26 | (1.092) | 525.407 | -0.002078352 |
| G | 1 | 149.991 | 149.9912 | 135.348978 | 4.26 | 148.883 | 525.407 | 0.283366816 |
| Residu | 24 | 26.596 | 1.10818125 | | | | | |
| Total | 31 | | | | | | | |

Berdasarkan tujuh faktor kendali diatas, terdapat lima faktor yaitu faktor A, B, C, E dan faktor G mempunyai F hitung masing-masing 97.4312753 ; 70.2729811 ; 52.2376642 : 92.7159817 dan 135.348978 > F tabel = 4,26 maka maka $H_0$ untuk

faktor A, B, C, E dan faktor G ditolak, berarti ada perbedaan pengaruh rata-rata faktor A, B, C, E dan faktor G pada level yang berbeda secara signifikan terhadap kadar air. Terdapat dua faktor yaitu D, dan F, mempunyai F hitung masing-masing 2.09533639 dan 0.01461855 < Ftabel = 4,26 maka $H_0$ untuk faktor D, dan F diterima, berarti tidak ada perbedaan pengaruh rata-rata faktor D, dan F pada level yang berbeda secara signifikan terhadap kadar air.

### 4.7.3.2 Analisis Variansi ( ANOVA ) Kadar protein

Hasil uji anova kadar air dapat dilihat pada tabel 4.13 dibawah ini :

**Tabel 4.13. Hasil Perhitungan ANOVA Kadar Protein**

| Faktor | Derajat Bebas | SS | MS | F hitung | F table | SS' | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 0.679 | 0.6786125 | 1.533789765 | 4.26 | 0.236170833 | 0.000238425 |
| B | 1 | 10.080 | 10.08005 | 22.78277739 | 4.26 | 9.637608333 | 0.009729612 |
| C | 1 | 51.562 | 51.5620125 | 116.5396851 | 4.26 | 51.11957083 | 0.051607572 |
| D | 1 | 26.281 | 26.28125 | 59.40048594 | 4.26 | 25.83880833 | 0.026085473 |
| E | 1 | 194.735 | 194.7351125 | 440.1373722 | 4.26 | 194.2926708 | 0.196147441 |
| F | 1 | 691.548 | 691.54805 | 1563.026501 | 4.26 | 691.1056083 | 0.697703089 |
| G | 1 | 5.040 | 5.0403125 | 11.3920385 | 4.26 | 4.597870833 | 0.004641763 |
| Residu | 24 | 10.619 | 0.442441667 | | | | |
| Total | 31 | | | | | | |

Berdasarkan tujuh faktor kendali diatas, terdapat enam faktor yaitu faktor B, C, D, E, F dan faktor G mempunyai F hitung masing-masing 22.78277739; 116.5396851 ; 59.40048594;440.1373722 ; 1563.026501dan 11.3920385> F tabel = 4,26 maka maka $H_0$ untuk faktor B, C, D, E, F dan faktor G ditolak, berarti ada perbedaan pengaruh rata-rata faktor B, C, D, E, F dan faktor G pada level yang berbeda secara signifikan terhadap kadar protein. Terdapat satu faktor yaitu A yang

mempunyai F hitung 1.533789765<Ftabel = 4,26 maka $H_0$ untuk faktor A diterima, berarti tidak ada perbedaan pengaruh rata-rata faktor A pada level yang berbeda secara signifikan terhadap protein.

### 4.7.4 Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Dalam penelitian ini karakteristik kualitasnya adalah *Larger-the-Better* (LTB). Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik LTB adalah :

$$S/N_LTB = -10Log\left[ {}^{1}\!/_{n} \sum_{i=1}^{n} {}^{1}\!/_{yi^2} \right]$$

#### 4.7.4.1 Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR) Data Kadar Air

**Tabel 4.14. Data Perhitungan SNR Kadar Air**

| | Faktor Kendali | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Trial** | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** | **Replikasi ke** | | | | **SNR** |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.32 | 10.49 | 10.56 | 10.63 | 25.57365 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19.08 | 18.96 | 19.08 | 18.87 | 19.14331 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9.21 | 9.22 | 8.84 | 8.99 | 18.89493 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8.84 | 8.48 | 9.02 | 8.91 | 25.75464 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 19.37 | 19.55 | 19.32 | 19.35 | 21.63095 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12.02 | 12.22 | 12.14 | 11.89 | 23.33343 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15.04 | 14.55 | 14.61 | 14.53 | 23.66331 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 15.04 | 18.18 | 18.33 | 12.14 | 20.42221 |

### 4.7.4.2 Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR) Data Kadar Protein

**Tabel 4.15. Data Perhitungan SNR Kadar Protein**

| Trial | Faktor Kendali | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | 1 | 2 | 3 | 4 | SNR |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 46.36 | 45.47 | 45.19 | 45.19 | 33.146 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 60.40 | 61.54 | 60.40 | 60.40 | 35.66078 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 58.93 | 57.9 | 55.67 | 57.90 | 35.20277 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 55.78 | 55.78 | 56.03 | 55.78 | 34.93925 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.07 | 51.49 | 52.00 | 51.73 | 34.29011 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 59.36 | 58.76 | 58.29 | 58.76 | 35.3859 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 60.67 | 60.58 | 60.16 | 60.58 | 35.63461 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 46.53 | 47.92 | 46.7 | 47.99 | 33.49183 |

### 4.7.5 Perhitungan Efek Tiap Faktor

Perhitungan efek tiap faktor, dalam hal ini efek tiap faktor kendali dilakukan dengan menggunakan rumus :

*Efek faktor* = $1/a(\sum \eta o)$

a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks orthogonal

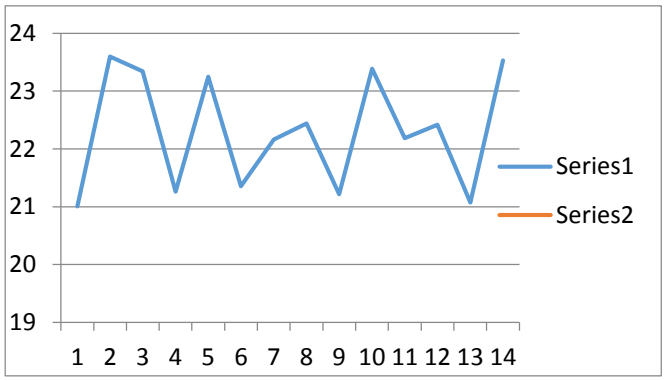
$\eta$ = nilai SNR yang digunakan

o = nomor eksperimens yang mempunyai level sama.

### 4.7.5.1 Perhitungan Efek Tiap Faktor Data Kadar Air

**Tabel 4.16. Nilai SNR Tiap Faktor Utama Respon Kadar Air**

| FAKTOR | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Level 1 | 21.00852 | 23.34536 | 23.24815 | 22.1634 | 21.21495 | 22.18377 | 21.07038 |
| Level 2 | 23.59558 | 21.25875 | 21.35596 | 22.44071 | 23.38916 | 22.42033 | 23.53373 |
| Selisih | 2.587058 | 2.086614 | 1.892191 | 0.277315 | 2.174215 | 0.23656 | 2.463349 |
| Rangking | 1 | 4 | 5 | 6 | 3 | 7 | 2 |
| Optimal | A2 | B1 | C1 | D2 | E2 | F2 | G2 |



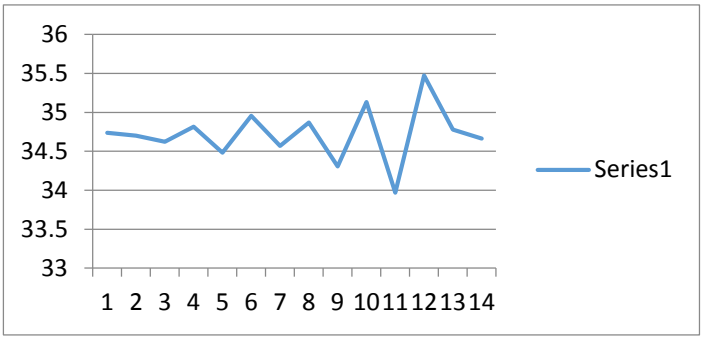

**Gambar 4. Grafik SNR Kadar Air**

Kombinasi terbaik :A2, B1, C1, D2, E2, F2, G2.

### 4.7.5.2 Perhitungan Efek Tiap Faktor Data Kadar Protein

**Tabel 4.17.Nilai SNR Tiap Faktor Utama Respon Kadar Protein**

| FAKTOR | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Level 1 | 34.7372 | 34.6207 | 34.4833 | 34.5683 | 34.3066 | 33.9668 | 34.7764 |
| Level 2 | 34.7006 | 34.8171 | 34.9545 | 34.8694 | 35.1311 | 35.4710 | 34.6613 |
| Selisih | 0.0365 | 0.1964 | 0.4712 | 0.3010 | 0.8245 | 1.5042 | 0.1150 |
| Rangking | 7 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | 6 |
| Optimal | A1 | B2 | C2 | D2 | E2 | F2 | G1 |




**Gambar 5. Grafik SNR Kadar Protein**

Kombinasi terbaik : A1, B2, C2, D2,E2,F2, dan G2.

Karena berdasarkan Anova, faktor yang signifikan berpengaruh berturut-turut dari yang terkuat adalah :

a. Kadar air:A, B, C, E dan faktor G

b. Kadar protein: B, C, D, E, F dan faktor G

Jadi faktor yang berpengaruh secara signifikan adalah A, B, C, D,E,F dan G. Faktor yang tidak berpengaruh secara signifikan tidak ada, sehingga tidak ada faktor yang berpengaruh terhadap kadar air dan protein secara simultan, sehingga diperlukan 128 alternatif kombinasi.

### 4.7.6 Hasil Eksperimen Prediksi

Berdasarkan data pada tabel kalori dan 1/16 FFE (*Fractional-Factorial Experiment*) dengan 7 faktor yang berpengaruh secara signifikan, menggunakan metode regresi linear berganda dapat disusun tabel model regresi linear berganda kadar air berikut :

**Tabel 4.18.Model Regresi Linear Berganda Kadar Air**

| KOEF | Y | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 29,055 | -0,71 | 0,92999 | 3,045 | 1,01 | 4,435 | 9,655 | -1,0599 |
| 2 | 26,55 | -0,485 | 1,23 | 2,105 | 2,14 | 4,84 | 9,53 | -0,435 |
| 3 | 26,96 | -0,035 | 6,70 | 2,384999 | 2,10 | 5,685 | 8,65 | -1,23 |
| 4 | 25,9875 | -0,0525 | 1,54 | 2,502499 | 1,88 | 4,6625 | 9,2375 | -0,5725 |

**Tabel 4.19. Model Regresi Linear Berganda Kadar Protein**

| KOEF | Y | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,28 | 4,102 | -4,62 | -1,913 | 1,714 | 3,34 | 1,899 | 3,523 |
| 2 | 3,22166 | 4,00166 | -3,03 | -3,5133 | 1,34 | 3,19333 | -0,1016 | 5,37833 |
| 3 | 1,7530 | 4,546 | -4,53 | -2,994 | 3,26 | 2,719 | 1,312 | 4,49 |
| 4 | 4,596 | 3,322 | -5,01 | -1,063 | -5,44 | 3,808 | 1,779 | 2,653 |

### 4.7.6. Penentuan Level Faktor Kondisi Optimal Menggunakan MRSN

Kondisi optimal kadar air dan kadar protein diperoleh dari kombinasi level faktor yang berbeda, maka diperlukan analisis untuk mengoptimalkan kondisi yang berbeda tersebut menggunakan Taguchi multi respon. Taguchi multi respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah prosedur MRSN. Langkah-langkah yang sistematis dalam melakukan eksperimen multi respon dengan menggunakan *Multi Respon Signal to Noise Ratio*(MRSN) terdiri dari beberapa tahapan, yaitu (Lestari, 2009) **:**

A. Menghitung *quality loss* ($L_{ij}$) untuk setiap trial.

Karakteristik kualitas kalor dan kadar air hasil adalah *Larger-the-better* (LTB),

$$L_{ij} = k\frac{1}{n_i}\sum_{k=1}^{n_i}\frac{1}{y^2_{ijk}}$$

dengan :

$y_{ijk}$ = data untuk respon ke-i, trial ke-j, replikasi ke-k ;

$n_i$ = replikasi untuk respon ke-i ;

$k$ = koefisien dari *quality loss*

Untuk menurunkan kadar air dari 19,15% menjadi 8,25% kadar air dibutuhkan tambahan biaya Rp.2000 sehingga fungsi kerugian (k) = (5000-3000) /103.785156 = Rp 19.27057849; sedangkan untuk menaikkan kadar protein dari 45.19 (%) menjadi 61,54(%) dibutuhkan pengurangan biaya Rp. 2000 sehingga fungsi kerugian (k) untuk = (3000-5000)/( 232.5625) = Rp -8.599839

B. Menentukan *Multi Respon Signal to Noise Ratio* (MRSN).

a. Menentukan *quality loss* maksimum untuk tiap respon.

b. Normalisasi *quality loss* ($C_{ij}$) tiap eksperimen.

$$C_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i^*}$$

dengan $L_i^*$ = max $\{L_{i1}, L_{i2}, ..., L_{ij}\}$

c. Menghitung *total normalized quality loss* (TNQL) setiap eksperimen :

$$TNQL_i = \sum_{i=1}^{m} w_i C_{ij}$$

dengan : $w_i$ = bobot dari normalisasi respon ke-i

Kadar protein hasil pengeringan relatif lebih penting dibanding kadar air hasil pengeringan dan dipilih istilah linguistiknya "*High*" dan "*Medium*". Tingkat

kepentingan relatif ditunjukkan oleh tabel *linguistic term*.Istilah tersebut dikonversikan kedalam bilangan *fuzzy*.Berdasarkan tabel *crips scores of fuzzy number*, diperoleh 1) kadar protein = 0,75 dan 2) kadar air = 0,75. Jadi bobot kadar protein (W1) = 0.750 /(0.750 +0.755) =0.5, bobot kadar air (W2)= 0.583/(0.750 +0.583) = 0.43735

C. Menghitung MRSN ratio setiap eksperimen.

$$MRSN_j = -10\log(TNQL_j):$$

D. Menentukan kombinasi level faktor yang optimal berdasarkan nilai MRSN terbesar.

Berdasarkan nilai MRSN sebagaimana dalam lampiran 10 diperoleh kombinasi level faktor yang menghasilkan respon optimum terletak pada trial ke 63 tetapi belum dilakukan eksperimen dengan kombinasi level kombinasi level faktor A1, B2, C2, D2, E2, F2, dan G1 dengan nilai MRSN -2.03633. Kombinasi ini mampu menaikkan kadar protein yang semula rata-rata 45.19(%) menjadi 65.43(%) naik 20.245% dan menurunkan kadar air yang semula rata-rata 19.398 (%) menjadi 3.03(%) turun 16.51%.

# BAB V

# PEMBAHASAN

Pembahasan hasil penelitian ini didasarkan atas hasil aktivitas penelitian yang sesuai dengan diagram alir penelitian, dimana tahapan aktivitas sebagai berikut :

## 5.1. Diskusi dan Wawancara Stakeholder

Diskusi terakhir untuk kritik dan usulan rancang bangun model pengering ikan yang sesuai dengan keinginan pengguna dan stakeholder adalah pengering ikan dengan kriteria sebagai berikut :

A. Kemudahan dalam menjalankan proses
B. Aman dalam pengoprasiannya
C. Nyaman, kemudahan dalam pengontrolan pengeringan
D. Sehat, tidak adanya lalat yang hinggap pada ikan
E. Murah, pembuatan pengering cukup dari barang bekas

## 5.2. Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Parabola

Dari data yang didapat seperti diatas gambar rancang bangun alat pengering tipe parabola adalah sebagai berikut:



1. Tray
2. Parabola
3. Motor penggerak
4. Rangka
5. Roda

**Gambar 6. Prototipe Bangun Alat Pengering Tipe Parabola**

Dengan dimensi alat pengering sesuai hasil kesepakatan FGD :

a. Model pengering seperti parabola dengan diameter 180 cm dengan kaca bersusun mengikuti bentuk parabola, hal ini dimaksudkan untuk memfokuskan panas sehingga ikan cepat kering.
b. Rak disusun bertingkat, dengan rak mengerucut seperti pyramid, sehingga tidak memerlukan tempat yang banyak dan dapat mengeringkan banyak ikan.
c. Terdapat dinamo untuk mengerakkan rak, sehingga rak dapat berputar, putaran rak bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan dikarenakan beda tekanan, dan mencegah lalat yang hinggap pada ikan yang dikeringkan.
d. Roda pengerak alat pengering bertujuan untuk mempermudah memindahkan alat pengering.
e. Setelan fokus parabola bertujuan untuk mengarahkan titik fokus saat pengeringan sehingga ikan cepat kering.

## 5.3. Karakteristik Pengering Tipe Parabola Versus Pengeringan Tradisional

**Tabel 5.1. Karakteristik Pengering Tipe Parabola dengan Pengeringan Tradisional**

| No | Karateristik | Pengeringan Tradisional | Pengering Tipe Parabola |
|---|---|---|---|
| 1 | Lingkungan | Proses polusi udara lebih lama 4-7 hari, banyaknya lalat yang berterbangan dengan adanya bau yang menyengat, volume lalat yang datang lebih banyak dibanding dengan menggunakan alat | Dengan menurunnya proses polusi udara lebih pendek waktunya 6-12 jam, berkurangnya lalat yang berterbangan dikarenakan bau yang kurang menyengat |
| 2 | Ruang kerja | Terbuka, 3x3 m (1,5x1,5 m ukuran alat pengering) | Bisa terbuka dan tertutup karena mengunakan beda tekanan dengan memutar motor penggerak rak pengering, 3x3 m (1,5x1,5 m ukuran alat pengering) |
| 3 | Mesin produksi | Bongkar bangun, memerlukan tempat yang luas | Tidak bongkar pasang bias diletakkan diteras rumah, tidak tergantung cuaca, hujan masih dapat beroperasi dengan rak berputar, yang disebabkan peredaan tekanan |
| 4 | Proses | Kurang efektif. Memerlukan waktu 4-7 hari sekali proses | Sangat efesien, Mermerlukan waktu 6-12 jam, efisien biaya, tenaga |
| 5 | Hasil | Hasil kadar air 30-40% | Hasil kadar air 8,84-19,08%, dan kadar protein 45,19-61,54% |
| 6 | Beban kerja | 2-3 pekerja, pembiayaan relatif besar | 1-2 orang sehingga pembiayaan relatif murah |

## 5.4. Metode Taguchi Untuk Mengukur Karakteristik Alat Pengering Ikan Tipe Parabola Melalui Hasil Eksperimen Pengukuran Kadar Air dan Kadar Protein

### 5.4.1. Analisis Variansi (ANOVA)

Analisis variansi dilakukan untuk mengetahui apakah faktor-faktor kendali berpengaruh signifikan terhadap variabel respon kadar air dan kadar protein. Faktor yang berpengaruh secara signifikan adalah A, B, C, D, E, F dan G. Faktor yang tidak berpengaruh secara signifikan tidak ada, sehingga tidak ada faktor yang berpengaruh terhadap kadar air dan protein secara simultan, sehingga diperlukan 128 alternatif kombinasi. Dari jumlah faktor berpengaruh secara signifikan ada 7 faktor sehingga diperlukan eksperimen prediksi $2^7 = 128$ alternatif kombinasi untuk menentukan kombinasi faktor dan level optimal.

### 5.4.2 Proses Kontribusi

Berdasarkan nilai persen pada tabel 4.12 dan 4.13, faktor F mempunyai nilai persen kontribusi yang paling besar yaitu 69%, sehingga dapat diartikan bahwa faktor volume material sangat mempengaruhi kadar protein hasil, dan faktor G = 28% yaitu kombinasi lama proses dan volume sangat mempengaruhi kadar air hasil.

### 5.4.3 Pemilihan Level Faktor

Berdasarkan nilai MRSN sebagaimana dalam lampiran 10 diperoleh kombinasi level faktor yang menghasilkan respon optimum terletak pada trial ke 63 tetapi belum dilakukan eksperimen dengan kombinasi level kombinasi level factor A1, B2, C2, D2, E2, F2, dan G1 dengan nilai MRSN -2.03633. Kombinasi ini mampu menaikkan kadar protein yang semula rata-rata 45.19 (%) menjadi

65.43(%)  naik20.245% dan menurunkan kadar air  yang semula rata-rata 19.55 (%) menjadi 3.03(%) turun 16.51%.

Dari perhitungan dengan Metode Taguchi nilai kadar air dan kadar protein berturut-turut 65.43(%)  dan 3.03(%) nilai tersebut lebih memenuhi kriteria terbaik dibanding 45.19 (%)  serta 19.55 (%).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbedaan kadar air antara UMKM Mina Lestari dengan alat pengering tipe parabola yang disajikan dalam tabel 5.2.

**Tabel 5.2. Tabel Perbedan Kadar Air Dan Kadar Protein UMKM Mina Lestari Dengan Alat Pengering Tipe Parabola**

| Variabel Respon | UMKM Mina Lestari | Alat pengering tipe parabola |
|---|---|---|
| Kadar Air | 24% | 19.55% |
| Kadar Protein | 35% | 60.67% |

Berdasarkan hasil pengujian kinerja alat pengering, diperoleh perbedaan kadar air dan kadar protein antara UMKM Mina Lestari yaitu kadar air: 24%, kadar protein: 35%  dan alat pengering tipe parabola yaitu kadar air: 19,55%, kadar protein: 60,67%. Kadar air pada alat pengering tipe parabola lebih kecil dari hasil UMKM Mina Lestari, hal ini disebabkan oleh keefektifan pantulan sinar matahari yang dipantulkan oleh cermin ke dalam rak pengering, sehingga panas yang di hasilkan dapat merata dan mengeringkan ikan secara optimal. Sebaliknya, kadar protein pada alat pengering tipe parabola lebih besar dari UMKM Mina Lestari, hal ini disebabkan karna semakin kecil kadar air maka semakin besar kadar protein ikan

tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data alat pengering tipe parabola sangat efektif dan efisien digunakan oleh UMKM Mina Lestari supaya dapat memproduksi ikan bilis kering dengan kualitas baik, higienis dan dalam waktu yang relative singkat, sehingga jumlah produksi ikan bilis kering semakin meningkat.

# BAB VI

# KESIMPULAN DAN SARAN

## A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan MRSN, kombinasi level faktor untuk kadar air yaitu dapat secra signifikan dapat menurunkan kadar air dari 19,398 % menjadi 3,03 %.
2. Berdasarkan hasil perhitungan MRSN, kombinasi level faktor untuk kadar protein yaitu dapat secara signifikan dapat menaikkan kadar protein dari 45,19 % menjadi 65,43%.
3. Alat pengering tipe parabola ini sangat membantu pengeringan dimusim kemarau untuk UMKM Mina Lestari.
4. Alat pengering tipe parabola mampu mengurangi pencemaran udara yang berupa bau.
5. Alat pengering tipe parabola mampu mempersingkat waktu pengeringan yaitu 6 jam - 12 jam yang awalnya 4-7 hari
6. Hasil pengeringan menggunakan alat pengering tipe parabola sudah sesuai dengan standar SNI, dengan nilai sandar SNI

## B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar abu,

kadar lemak, kadar karbohidrat dan uji organoleptik ikan bilis menggunakan metode Taguchi.

## DAFTAR PUSTAKA


Abdullah, K. (2003). Fish Drying Using Solar Energy. Lectures And Workshop Exercises On Drying Of Argicutural And Marine Product. ASEAN SCNRCER Adawyah, R. (2008). Pengolahan Dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. Hal 1-79

Afrianti, H,L. (2008). Teknologi Pengawetan Pangan. Alfabeta. Bandung. Supranto. (2015). Teknologi Tenaga Surya. Global Pustaka Utama. Yogyakarta.

Afrianto E Dan E. Liviawati. (1989). *Pengawetan Dan Pengolahan Ikan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Anjarsari Bonita. (2010). Pangan Hewani Fisiologi Pasca Mortem dan Teknologi. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Arismunandar, W. (1995). *Teknologi Rekayasa Surya*. Bandung: Pradnya Paramita.

Belavendram, N (1995), Quality By Design : Taguchi Techniques For Industrial Exsperimentation, Prentice Hall, International New York.

Bishop J.E. (1973). Limnology Of Small Malayan River Gomak. Dr. W. Junk V.B. Publisher The Haque. 485 P.

Boyd, C.E. And Kopler E.L. (1979). Water Quality Management In Pond Fish Culture. Risearch And Development Series No. 22. International Centre For Aquaculture, Agriculture Experiment Satation, Auburn University, Alabama.

De Man, J. M., (1998). Kimia Makanan. Guru Besar Departemen Ilmu Makanan Ontario Agricultural College University Of Guelph. Guelph Ontario, Canada. Edisi Ke-2 ITB, Bandung. Hal 549.

Effendi, M, S. (2009). Teknologi Pengolahan Dan Pengawean Pangan. Alfabeta. Bandung.

Ekadewi A. Handoyo, Philip Kristanto, Suryanty Alwi. (2006). Disain Dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga SURYA. Universitas Kristen Petra

Estiasih, T., & Ahmadi, K. (2009). Teknologi Pengolahan Pangan. *Bumi Aksara, Jakarta*.

Fardiah DN, Kusnandar F, Herawati D, Kusumaningrum HD, Wulandari N, Indrati D. (2008). Penuntun Praktikum Analisis Pangan. Bogor: Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Fitria Virgantari. (2011). Skenario Proyeksi Konsumsi Ikan Per Kapita Diindonesia. Universitas Pakuan.

Gray. (1835). Thryssa Hamiltonii. [Terhubung Berkala]. Http ://Www.Fishbase.Org/ Summary/Speciessummary.Php?Id=589.Html [19 Mei 2017]

Hangesti, (2006). Picung Sebagai Pengawet Ikan Kembung Segar. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hal 115.

Handoyo, E. A., Kristanto, P., & Alwi, S. (2011). Desain Dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra*.

Hastuti, S. (2016). Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Formaldehid Pada Ikan Asin Di Madura. *Agrointek, 4*(2), 132-137.

Hardanto, dan Sulistyo. (2010). Rancang Bangun Alat Pengering Klanting Tipe Rak dengan Sumber Panas Kompor Listrik. Jurnal Keteknikan Perikanan, Vol 24, 25-32

Heri Suhud Kustoyo. (2011). Optimasi Kecepatan Putar Tray Dan Suhu Chamber Pada Rotary Tray Drayer Pengering Ikan Teri Kapasitas 2 Kg/Jam. Thesis. Universitas Gadjah Mada.

Huet M. (1971). Texs Books Of Culture Breeding And Cultivation Of Fish. Fishing News (Books), London, 490 P.

Jayanti,S. Ilza,M. Dan Desmelati.(2012). Pengaruh Penggunaan Minuman Berkarbonasi Untuk Menghambat Kemunduran Mutu Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) Pada Suhu Kamar. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan .HAL 71 – 87*

Khalid, A. (2013). Optimasi Desain Alat Pengering Ikan Air Tawar Dengan Kapasitas 20 Kg Memanfaatkan Energi Surya. *Intekna Informasi Teknik Dan Niaga, 13*(2).

Khomsam, A. (2004). Ikan Makanan Sehat Dan Kaya Gizi Dalam Peranan Pangandan Gizi Untuk Kualitas Hidup. PT Gramedia Widiasarana. Jakarta.

Lee ing tong & caoton so. (1997). Metode MRSN (Multi Respon Signal To Nois) dan TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution)

Muchtadi, R, T & Ayustaningwarno, T. (2010). Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Alfabeta.

Muharom & Siswadi. (2015). Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat. JEMIS VOL. 3 NO 1. Hal 43-46

Mukkun Yusak., & Dana Sumartini. (2016). Pembuatan Alat Pengering Ikan Ramah Lingkungan Dengan Menggunakan Panel Surya. Jurnal ilmiah FLASH Volume 2 Nomer 2. Politeknik Negeri Kupang.

Nasional, B. S. (1992). SNI 01-2721-1992. *Ikan Asin Kering. Jakarta*.

Nazmi, (2009). Analisa Protein, Kalsium Dan Lemak Pada Ikan Pora Pora. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universita Sumatra Utara.

Riansyah Angga, Supriadi. A, Nopianti. R. (2013). Pengaruh Perbedaan Suhu Dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (Trichogaster Pectoralis) Dengan Menggunakan Oven. Fhistech. Hal 53-68.

Reo. R. A. (2011). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Larutan Garam Dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Ikan Layang Asin Dengan Kadar Garam Rendah. Pacific Journal. Hal 1118-1122

Ross, P. J. (1996). Taguchi Techniques for Quality Engineering, Second Edition.Mc Graw – Hill Companies Inc. New York.

Setyoko, B., & Darmanto, S. (2012). Peningkatan Kualitas Pengeringan Ikan Dengan Sistem *Tray Drying*. Prosiding SNST ke 3 Fakultas Teknik, UNDIP. Hal B37 - B41.

Setyoko, B., & Atmanto Sigit, I,(2013). Modifikasi Sistem Pengering Ikan Dengan Menggunakan Sistem Rotary. PSD III Teknik Mesin FT Universitas Diponegoro, Semarang. Hal M56 – M59.

SNI 01-2721-1992. Ikan Asin Kering.

Soejanto, I (2009), Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi, Graha Ilmu, Surabaya.

Soekarto, S. T., (1990).Dasar-Dasar Pengawasan Dan Standarisasi Mutu Pangan. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, Jakarta. Hal 345.

Sudjana (1991), Desain Dan Analisis Eksperimen, Tarsito, Bandung.

Sudjana. (1992), Metode Statistic Edisi Ke 5, Tarsito, Bandung

Supranto. (2015). Teknologi Tenaga Surya. Global Pustaka Utama. Yogyakarta.

Susianawati, R. (2006). *Kajian Penerapan GMP Dan SSOP Pada Produk Ikan Asin Kering Dalam Upaya Peningkatan Keamanan Pangan Di Kabupaten Kendal* (Doctoral Dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro).

Susilo,B Dan Okaryanti, R,W. (2012). Studi Sebaran Suhu Dan RH Mesin Pengering Hybrid Chip Mocaf. Jurnal Teknologi Pertanian Vol.13 No.2 Hal: 88-96.

Tambosoe, A., Fitriana, F. N., & Apriyanto, B. (2010). Desain Alat Pengering ERK-hybrid yang Efisien dalam Mengatasi Permasalahan Pengeringan UKM Kerupuk Tulang Ikan Tenggiri.

Winarno, F.G. (2004). Sterilisasi Pangan, M Brio Press.

Winarno F.G., Fardiaz Srikandi.,Fardiaz Dedi. (1977). Pengantar Teknologi Pangan. Pengajar pada Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian Institut Pertanian Bogor. PT Gramedia Jakarta.

Yetti, S.(1983). Penetapan Kadar Formalin Yang Terserap Tahu Lunak Dan Tahu Keras. Skripsi, Yogyakarta

Yulhendra S, Karnila R, Suparmi. (2013). Effect OfDifferentTypesOfQualityPackaging Bilis (*Mystacoleuseus Padangensis*) DryStoredInRoomTemperature. UNRI

Youce M Bintang, Jenki Pongoh Dan Hens 0nibala. (2013). Kontruksi Dan Kapasitas Alat Pengering Ikan Tenaga Surya System Bongkar Pasang. Jurnal Media Teknologi Hasil Pertanian. Vol 1, No 2. Hal 40-43

## Lampiran 1
## Resume Maping - Desa Kanigoro- Kec.Saptosari - Kabupaten Gunungkidul

| No | Tahap | Tujuan | Stakeholder | Metode | Objek Penelitian | Instrumen | Permasalahan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Studi Pendahuluan | Pengumpulan informasi awal penelitian untuk mendapatkan permasalahan | Dinas Perikanan Bag. Pengolahan Pangan. | (Focus Group Discussion) | Mencari informasi mengenai UKM yang memproduksi ikan kering di wilayah Gunung Kidul. | • Wawancara<br>• Dok digital | • Polusi bau amis yang ditimbulkan dari pengeringan kan secara tradisional<br>• Tempat yang digunakan untuk proses pengeringan tradisional<br>• Berapa banyak ikan kering yang dihasilkan dalam 1 bulan<br>• Berapa lama waktu yang di butuhkan untuk proses pengeringan secara tradisional |
| 2 | Studi Pendahuluan | Pengumpulan informasi awal penelitian untuk mendapatkan permasalahan | Kecamatan Saptosari Kab. Gunung Kidul ( Bu Sarni) | (Focus Group Discussion) | • Mendapatkan informasi jenis ikan yang dikeringkan.<br>• Mengetahui proses pengeringan ikan secara tradisional | • Wawancara<br>• Dok digital | • Cara pengeringan ikan masih sangat tradisional<br>• Waktu yang di butuhkan untuk proses pengeringan sangat lama<br>• Panas yang tidak merata dikarenakan daerah tersebut masih banyak pepohonan besar sehingga |

| No | Tahap | Tujuan | Stakeholder | Metode | Objek Penelitian | Instrumen | Permasalahan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | • Mengetahui ketersesiaan ikan tersebut<br>• Mengetahui bentuk fisik ikan kering yang baik yaitu dalam hal aroma, warna, tekstur dan rasa.<br>• Mengetahui informasi kadar air dan kadar protein yang baik. | | menghalangi proses penyinaran.<br>• Ketersediaan ikan yang kadang melimpah kadang tidak.sehingga mempengaruhi jumlah produksi.<br>• Faktor cuaca sehingga sangat berpengaruh terhadap kondisi hasil tangkapan ikan<br>• .Pengeringn yang tidak optimal sangat berpengaruh terhadap penampakan fisik, rasa dan bau dari ikan kering tersebut. |
| 3 | Studi Pendahuluan | Pengumpulan informasi awal penelitian | Pasar bringharjo | (Focus Group Discussion) | • Mengamati bentuk ikan kering yang meliputio bau, warna, tekstur, | • Wawancara<br>• Dok digital | • Daya tahan ikan hanya dua minggu dikarenakan ikan tidak terlalu kering, setalah dua minggu ikan akan memerah |

**Lampiran 2**
**Perhitungan Uji Homogenitas Kadar Air**

| | Faktor Kendali | | | | | | | Data hasil Percobaan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Trial | | | | | | | | Replikasi ke | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10,320 | 10,490 | 10,560 | 10,630 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19,080 | 18,960 | 19,080 | 18,870 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9,210 | 9,220 | 8,840 | 8,990 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8,840 | 8,480 | 9,020 | 8,910 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 19,370 | 19,550 | 19,320 | 19,350 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12,020 | 12,220 | 12,140 | 11,890 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15,040 | 14,550 | 14,610 | 14,530 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 15,040 | 18,180 | 18,330 | 12,140 |

| No | X | μ | X-μ | $(X-\mu)^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.32 | 13.615 | (3.295) | 10.857 |
| 2 | 19.08 | 13.615 | 5.465 | 29.866 |
| 3 | 9.21 | 13.615 | (4.405) | 19.404 |
| 4 | 8.84 | 13.615 | (4.775) | 22.801 |
| 5 | 19.37 | 13.615 | 5.755 | 33.120 |
| 6 | 12.02 | 13.615 | (1.595) | 2.544 |
| 7 | 15.04 | 13.615 | 1.425 | 2.031 |
| 8 | 15.04 | 13.615 | 1.425 | 2.031 |
| ∑ | 108.920 | | | 122.653 |
| | | | $S1^2$ | 17.522 |
| | | | $\log S1^2$ | 1.244 |

| No | X | μ | X-μ | $(X-\mu)^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.32 | 13.615 | (3.295) | 10.857 |
| 2 | 19.08 | 13.615 | 5.465 | 29.866 |
| 3 | 9.21 | 13.615 | (4.405) | 19.404 |
| 4 | 8.84 | 13.615 | (4.775) | 22.801 |
| 5 | 19.37 | 13.615 | 5.755 | 33.120 |
| 6 | 12.02 | 13.615 | (1.595) | 2.544 |
| 7 | 15.04 | 13.615 | 1.425 | 2.031 |
| 8 | 15.04 | 13.615 | 1.425 | 2.031 |
| ∑ | 108.920 | | | 122.653 |
| | | | $S1^2$ | 17.522 |
| | | | $\log S1^2$ | 1.244 |

| No | X | μ | X-μ | (X-μ)² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.56 | 13.9875 | (3.428) | 11.748 |
| 2 | 19.08 | 13.9875 | 5.093 | 25.934 |
| 3 | 8.84 | 13.9875 | (5.148) | 26.497 |
| 4 | 9.02 | 13.9875 | (4.968) | 24.676 |
| 5 | 19.32 | 13.9875 | 5.333 | 28.436 |
| 6 | 12.14 | 13.9875 | (1.848) | 3.413 |
| 7 | 14.61 | 13.9875 | 0.623 | 0.388 |
| 8 | 18.33 | 13.9875 | 4.343 | 18.857 |
| ∑ | 111.900 | | | 139.948 |
| | | | $S3^2$ | 19.993 |
| | | | log$S3^2$ | 1.301 |

| No | X | μ | X-μ | (X-μ)² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.63 | 13.1638 | (2.534) | 6.420 |
| 2 | 18.87 | 13.1638 | 5.706 | 32.561 |
| 3 | 8.99 | 13.1638 | (4.174) | 17.420 |
| 4 | 8.91 | 13.1638 | (4.254) | 18.094 |
| 5 | 19.35 | 13.1638 | 6.186 | 38.270 |
| 6 | 11.89 | 13.1638 | (1.274) | 1.622 |
| 7 | 14.53 | 13.1638 | 1.366 | 1.867 |
| 8 | 12.14 | 13.1638 | (1.024) | 1.048 |
| ∑ | 105.310 | | | 117.303 |
| | | | $S4^2$ | 16.758 |
| | | | log$S4^2$ | 1.224 |

| | |
|---|---|
| $S^2$ | 18.638 |
| B | 35.571 42585 |
| C | 35.530 |
| D | 0.041 |
| $X^2$ | 0.095 |
| $X^2$tabel(0,95:3) | 7.810 |

# Lampiran 3
# PerhitunganUji Homogenitas Kadar Protein

| | Faktor Kendali | | | | | | | Data hasil Percobaan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | | | | | |
| Trial | | | | | | | | Replikasi ke | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | Rata-rata |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 46.36 | 45.47 | 48.02 | 45.19 | 46.260 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 56.1 | 61.54 | 61.71 | 60.4 | 59.938 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 58.93 | 57.96 | 55.67 | 50.67 | 55.808 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 55.78 | 57.87 | 56.03 | 53.28 | 55.740 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.07 | 51.49 | 52 | 51.73 | 51.823 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 59.36 | 56.17 | 58.29 | 58.76 | 58.145 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 60.67 | 50.17 | 60.16 | 60.58 | 57.895 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 46.53 | 47.92 | 46.7 | 47.99 | 47.285 |

| No | X | μ | X-μ | (X-μ)² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 46.360 | 54.475 | (8.115) | |
| 2 | 56.100 | 54.475 | 1.625 | 2.641 |
| 3 | 58.930 | 54.475 | 4.455 | 19.847 |
| 4 | 55.780 | 54.475 | 1.305 | 1.703 |
| 5 | 52.070 | 54.475 | (2.405) | 5.784 |
| 6 | 59.360 | 54.475 | 4.885 | 23.863 |
| 7 | 60.670 | 54.475 | 6.195 | 38.378 |
| 8 | 46.530 | 54.475 | (7.945) | 63.123 |
| ∑ | 435.800 | | | 221.192 |
| | | | $S1^2$ | 31.599 |
| | | | $\log S1^2$ | 1.500 |

| No | X | μ | X-μ | (X-μ)² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 45.470 | 53.5738 | (8.104) | 65.671 |
| 2 | 61.540 | 53.5738 | 7.966 | 63.461 |
| 3 | 57.960 | 53.5738 | 4.386 | 19.239 |
| 4 | 57.870 | 53.5738 | 4.296 | 18.458 |
| 5 | 51.490 | 53.5738 | (2.084) | 4.342 |
| 6 | 56.170 | 53.5738 | 2.596 | 6.741 |
| 7 | 50.170 | 53.5738 | (3.404) | 11.586 |
| 8 | 47.920 | 53.5738 | (5.654) | 31.965 |
| ∑ | 428.590 | | | 221.462 |
| | | | $S2^2$ | 31.637 |
| | | | $\log S2^2$ | 1.500 |

| No | X | μ | X-μ | (X-μ)² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 48.020 | 54.8225 | (6.802) | 46.274 |
| 2 | 61.710 | 54.8225 | 6.888 | 47.438 |
| 3 | 55.670 | 54.8225 | 0.848 | 0.718 |
| 4 | 56.030 | 54.8225 | 1.208 | 1.458 |
| 5 | 52.000 | 54.8225 | (2.823) | 7.967 |
| 6 | 58.290 | 54.8225 | 3.468 | 12.024 |
| 7 | 60.160 | 54.8225 | 5.338 | 28.489 |
| 8 | 46.700 | 54.8225 | (8.123) | 65.975 |
| ∑ | 438.580 | | | 210.342 |
| | | | $S3^2$ | 30.049 |
| | | | $\log S3^2$ | 1.478 |

| No | X | μ | X-μ | (X-μ)² |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 45.190 | 53.575 | (8.385) | 70.308 |
| 2 | 60.400 | 53.575 | 6.825 | 46.581 |
| 3 | 50.670 | 53.575 | (2.905) | 8.439 |
| 4 | 53.280 | 53.575 | (0.295) | 0.087 |
| 5 | 51.730 | 53.575 | (1.845) | 3.404 |
| 6 | 58.760 | 53.575 | 5.185 | 26.884 |
| 7 | 60.580 | 53.575 | 7.005 | 49.070 |
| 8 | 47.990 | 53.575 | (5.585) | 31.192 |
| ∑ | 428.600 | | | 235.965 |
| | | | $S4^2$ | 33.709 |
| | | | $\log S4^2$ | 1.528 |

| | |
|---|---|
| $S^2$ | 31.749 |
| B | 42.04829557 |
| C | 42.0381547 |
| D | 0.010 |
| $X^2$ | 0.023 |
| $X^2$tabel(0,95:3) | 7.810 |

## Lampiran 4
## Perhitungan Distribusi Normal Kadar Air

| | Faktor Kendali | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | Data hasil Percobaan | | | |
| Trial | | | | | | | | Replikasi ke | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10,320 | 10,490 | 10,560 | 10,630 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19,080 | 18,960 | 19,080 | 18,870 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9,210 | 9,220 | 8,840 | 8,990 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8,840 | 8,480 | 9,020 | 8,910 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 19,370 | 19,550 | 19,320 | 19,350 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12,020 | 12,220 | 12,140 | 11,890 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15,040 | 14,550 | 14,610 | 14,530 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 15,040 | 18,180 | 18,330 | 12,140 |

| No | X | μ | X-μ | $(X-\mu)^2$ | $(X-\mu)^2/n$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.320 | 13.681 | (3.361) | 11.294 | 0.3529313 |
| 2 | 10.490 | 13.681 | (3.191) | 10.180 | 0.3181277 |
| 3 | 10.560 | 13.681 | (3.121) | 9.738 | 0.3043219 |
| 4 | 10.630 | 13.681 | (3.051) | 9.306 | 0.2908223 |
| 5 | 19.080 | 13.681 | 5.399 | 29.153 | 0.9110391 |
| 6 | 18.960 | 13.681 | 5.279 | 27.872 | 0.8709938 |
| 7 | 19.080 | 13.681 | 5.399 | 29.153 | 0.9110391 |
| 8 | 18.870 | 13.681 | 5.189 | 26.930 | 0.8415504 |
| 9 | 9.210 | 13.681 | (4.471) | 19.986 | 0.6245777 |
| 10 | 9.220 | 13.681 | (4.461) | 19.897 | 0.6217867 |
| 11 | 8.840 | 13.681 | (4.841) | 23.432 | 0.7322391 |
| 12 | 8.990 | 13.681 | (4.691) | 22.002 | 0.6875613 |
| 13 | 8.840 | 13.681 | (4.841) | 23.432 | 0.7322391 |
| 14 | 8.480 | 13.681 | (5.201) | 27.047 | 0.8452031 |
| 15 | 9.020 | 13.681 | (4.661) | 21.721 | 0.6787945 |
| 16 | 8.910 | 13.681 | (4.771) | 22.759 | 0.7112145 |
| 17 | 19.370 | 13.681 | 5.689 | 32.369 | 1.0115309 |
| 18 | 19.550 | 13.681 | 5.869 | 34.450 | 1.0765488 |
| 19 | 19.320 | 13.681 | 5.639 | 31.803 | 0.9938297 |
| 20 | 19.350 | 13.681 | 5.669 | 32.142 | 1.0044317 |
| 21 | 12.020 | 13.681 | (1.661) | 2.758 | 0.0861774 |
| 22 | 12.220 | 13.681 | (1.461) | 2.133 | 0.0666695 |
| 23 | 12.140 | 13.681 | (1.541) | 2.374 | 0.0741727 |
| 24 | 11.890 | 13.681 | (1.791) | 3.206 | 0.1001981 |
| 25 | 15.040 | 13.681 | 1.359 | 1.848 | 0.0577469 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 26 | 14.550 | 13.681 | 0.869 | 0.756 | 0.0236192 |
| 27 | 14.610 | 13.681 | 0.929 | 0.864 | 0.0269918 |
| 28 | 14.530 | 13.681 | 0.849 | 0.721 | 0.0225449 |
| 29 | 15.040 | 13.681 | 1.359 | 1.848 | 0.0577469 |
| 30 | 18.180 | 13.681 | 4.499 | 20.244 | 0.6326367 |
| 31 | 18.330 | 13.681 | 4.649 | 21.617 | 0.6755215 |
| 32 | 12.140 | 13.681 | (1.541) | 2.374 | 0.0741727 |
| Min= | 8.480 | | | $\sum(\sigma^2)$ | 16.418981 |
| Max= | 19.550 | | | σ | 4.0520342 |
| Sum= | 437.780 | | | | |
| μ= | 13.680625 | | | | |

k = 1+3,32log 32 = 6

R = 11.070 13.68063

P = R/k

= 1.845

| | | | | | | | | Gabungan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Batas Kelas | Batas bawah | Batas atas | Zn | e | Ln | Oi | ei | Oi | ei | Oi-ei | $(Oi-ei)^2$ | $(Oi-ei)^2/ei$ |
| 0 | | | 45.19 | -1.7278 | 0.04182 | | | | | | | | |
| 1 | 45,19-47,943 | | 47.915 | -1.2358 | 0.10749 | 0.06567 | 7 | 5.4 | 10 | 9.8 | 0.2 | 0.04 | 0.2 |
| 2 | 47,943-50,67 | | 50.64 | -0.7438 | 0.22965 | 0.12216 | 3 | 4.4 | | | | 0 | |
| 3 | 50,697-53,45 | | 53.365 | -0.2518 | 0.40129 | 0.17164 | 4 | 6 | 4 | 6 | -2 | 4 | 0.666667 |
| 4 | 53,45-56,203 | | 56.09 | 0.24019 | 0.59483 | 0.19354 | 6 | 5.1 | 6 | 5.1 | 0.9 | 0.81 | 0.158824 |
| 5 | 56,203-58,97 | | 58.815 | 0.7322 | 0.7673 | 0.17247 | 5 | 6.5 | 12 | 10.5 | 1.5 | 2.25 | 0.214286 |
| 6 | 58,957-61,71 | | 61.54 | 1.22422 | 0.88877 | 0.12147 | 7 | 4 | | | | | |
| | ∑ | | | | | | 32 | 31.4 | | | | ∑ | 1.239776 |
| | μ | 54.7596875 | | | | | | | | | $X^2$ hitung = | | 1.239776 |
| | σ | 5.5384951 | | | | | | | | | $X^2$ tabel(0,95:1) = | | 3.84 |

**Lampiran 5**
**Perhitungan Distribusi Normal Kadar Protein**

| Trial | Faktor Kendali | | | | | | | Data hasil Percobaan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | Replikasi ke | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | Rata-rata |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 46.36 | 45.47 | 48.02 | 45.19 | 46.260 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 56.1 | 61.54 | 61.71 | 60.4 | 59.938 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 58.93 | 57.96 | 55.67 | 50.67 | 55.808 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 55.78 | 57.87 | 56.03 | 53.28 | 55.740 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.07 | 51.49 | 52 | 51.73 | 51.823 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 59.36 | 56.17 | 58.29 | 58.76 | 58.145 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 60.67 | 50.17 | 60.16 | 60.58 | 57.895 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 46.53 | 47.92 | 46.7 | 47.99 | 47.285 |

| No | X | μ | X-μ | $(X-\mu)^2$ | $(X-\mu)^2/n$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 46.360 | 54.760 | (8.400) | 70.555 | 2.2048359 |
| 2 | 45.470 | 54.760 | (9.290) | 86.298 | 2.6968217 |
| 3 | 45.190 | 54.760 | (9.570) | 91.579 | 2.8618412 |
| 4 | 45.190 | 54.760 | (9.570) | 91.579 | 2.8618412 |
| 5 | 60.400 | 54.760 | 5.640 | 31.813 | 0.9941602 |
| 6 | 61.540 | 54.760 | 6.780 | 45.973 | 1.4366449 |
| 7 | 60.400 | 54.760 | 5.640 | 31.813 | 0.9941602 |
| 8 | 60.400 | 54.760 | 5.640 | 31.813 | 0.9941602 |
| 9 | 58.930 | 54.760 | 4.170 | 17.392 | 0.5434846 |
| 10 | 57.900 | 54.760 | 3.140 | 9.862 | 0.3081738 |
| 11 | 55.670 | 54.760 | 0.910 | 0.829 | 0.0258959 |
| 12 | 57.900 | 54.760 | 3.140 | 9.862 | 0.3081738 |
| 13 | 55.780 | 54.760 | 1.020 | 1.041 | 0.0325324 |
| 14 | 55.780 | 54.760 | 1.020 | 1.041 | 0.0325324 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 56.030 | 54.760 | 1.270 | 1.614 | 0.0504279 |
| 16 | 55.780 | 54.760 | 1.020 | 1.041 | 0.0325324 |
| 17 | 52.070 | 54.760 | (2.690) | 7.234 | 0.2260756 |
| 18 | 51.490 | 54.760 | (3.270) | 10.691 | 0.3340893 |
| 19 | 52.000 | 54.760 | (2.760) | 7.616 | 0.2379961 |
| 20 | 51.730 | 54.760 | (3.030) | 9.179 | 0.2868439 |
| 21 | 59.360 | 54.760 | 4.600 | 21.163 | 0.6613398 |
| 22 | 58.760 | 54.760 | 4.000 | 16.003 | 0.5000781 |
| 23 | 58.290 | 54.760 | 3.530 | 12.463 | 0.3894721 |
| 24 | 58.760 | 54.760 | 4.000 | 16.003 | 0.5000781 |
| 25 | 60.670 | 54.760 | 5.910 | 34.932 | 1.0916186 |
| 26 | 60.580 | 54.760 | 5.820 | 33.876 | 1.0586262 |
| 27 | 60.160 | 54.760 | 5.400 | 29.163 | 0.9113555 |
| 28 | 60.580 | 54.760 | 5.820 | 33.876 | 1.0586262 |
| 29 | 46.530 | 54.760 | (8.230) | 67.728 | 2.1164924 |
| 30 | 47.920 | 54.760 | (6.840) | 46.781 | 1.4619164 |
| 31 | 46.700 | 54.760 | (8.060) | 64.959 | 2.0299551 |
| 32 | 47.990 | 54.760 | (6.770) | 45.829 | 1.4321459 |
| | | | | $\sum(\sigma^2)$ | 30.674928 |
| | | | | $\sigma$ | 5.5384951 |

MIN = 45.190

Max = 61.540

$\mu$=54.7596875

k = 1+3,32log 32 = 6

Sum = 1,752.310 P = R/K = 2.725

| | | | | | | | | | Gabungan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Batas Kelas | Batas bawah | Batas atas | Zn | e | Ln | Oi | ei | Oi | ei | Oi-ei | $(Oi-ei)^3$ | $(Oi-ei)^3/ei$ |
| 0 | | | 45.19 | -1.7278 | 0.04182 | | | | | | | | |
| 1 | 45,19-47,943 | | 47.915 | -1.2358 | 0.10749 | 0.06567 | 7 | 5.4 | 10 | 9.8 | 0.2 | 0.04 | 0.2 |
| 2 | 47,943-50,67 | | 50.64 | -0.7438 | 0.22965 | 0.12216 | 3 | 4.4 | | | | 0 | |
| 3 | 50,697-53,45 | | 53.365 | -0.2518 | 0.40129 | 0.17164 | 4 | 6 | 4 | 6 | -2 | 4 | 0.666667 |
| 4 | 53,45-56,203 | | 56.09 | 0.24019 | 0.59483 | 0.19354 | 6 | 5.1 | 6 | 5.1 | 0.9 | 0.81 | 0.158824 |
| 5 | 56,203-58,97 | | 58.815 | 0.7322 | 0.7673 | 0.17247 | 5 | 6.5 | 12 | 10.5 | 1.5 | 2.25 | 0.214286 |
| 6 | 58,957-61,71 | | 61.54 | 1.22422 | 0.88877 | 0.12147 | 7 | 4 | | | | | |
| | ∑ | | | | | | 32 | 31.4 | | | | ∑ | 1.239776 |
| | μ | 54.7596875 | | | | | | | | | $X^3$ hitung = | | 1.239776 |
| | σ | 5.5384951 | | | | | | | | | $X^3$ tabel(0,95:1) = | | 3.84 |

**Lampiran 6**

**Perhitungan Uji ANOVA Kadar Air**

| N0 | Xi | Xi² | Xi | Xi² | Xi | Xi² | Xi | Xi² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.320 | 106.502 | 10.490 | 110.040 | 10.560 | 111.514 | 10.630 | 112.997 |
| 2 | 19.080 | 364.046 | 18.960 | 359.482 | 19.080 | 364.046 | 18.870 | 356.077 |
| 3 | 9.210 | 84.824 | 9.220 | 85.008 | 8.840 | 78.146 | 8.990 | 80.820 |
| 4 | 8.840 | 78.146 | 8.480 | 71.910 | 9.020 | 81.360 | 8.910 | 79.388 |
| | | | | | | | | |
| 5 | 19.370 | 375.197 | 19.550 | 382.203 | 19.320 | 373.262 | 19.350 | 374.423 |
| 6 | 12.020 | 144.480 | 12.220 | 149.328 | 12.140 | 147.380 | 11.890 | 141.372 |
| 7 | 15.040 | 226.202 | 14.550 | 211.703 | 14.610 | 213.452 | 14.530 | 211.121 |
| 8 | 15.040 | 226.202 | 18.180 | 330.512 | 18.330 | 335.989 | 12.140 | 147.380 |
| ∑ | 108.920 | 1,605.599 | 111.650 | 1,700.186 | 111.900 | 1,705.149 | 105.310 | 1,503.577 |

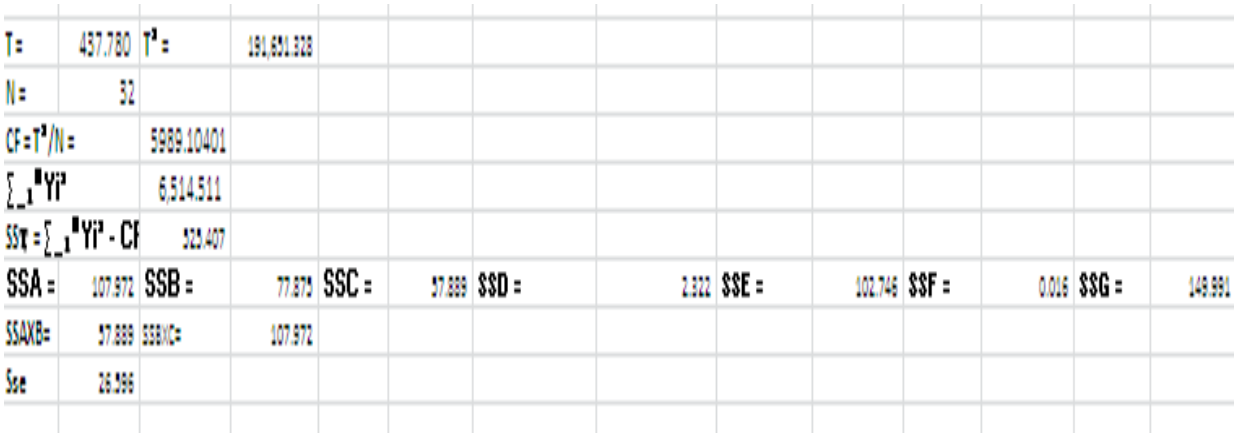
| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T = | 437.780 | T² = | 191.651.328 | | | | | | | | | |
| N = | 32 | | | | | | | | | | | |
| CF = T²/N = | | 5988.104013 | | | | | | | | | | |
| $\sum_{1}^{N} Yi^2$ | | 6,314.511 | | | | | | | | | | |
| SST = $\sum_{1}^{N} Yi^2$ - CF | | 326.407 | | | | | | | | | | |
| SSA = | 107.972 | SSB = | 77.875 | SSC = | 57.889 | SSD = | 2.322 | SSE = | 102.746 | SSF = | 0.016 | SSG = | 105.000 |
| SSAXB= | 57.889 | SSBXC= | 107.972 | | | | | | | | | |
| Sse | 28.588 | | | | | | | | | | | |

| Faktor | Derajat Bebas | SS | MS | F hitung | F tabel | SS' | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 107.972 | 107.9715125 | 36.19786262 | 4.26 | 104.9886979 | 0.199823414 |
| B | 1 | 77.875 | 77.8752 | 26.10795872 | 4.26 | 74.89238542 | 0.142541554 |
| C | 1 | 57.889 | 57.8888 | 19.40744166 | 4.26 | 54.90598542 | 0.104501739 |
| D | 1 | 2.322 | 2.3220125 | 0.778463574 | 4.26 | -0.660802083 | -0.001257695 |
| E | 1 | 102.746 | 102.7461125 | 34.44602728 | 4.26 | 99.76329792 | 0.189877989 |
| F | 1 | 0.016 | 0.0162 | 0.005431112 | 4.26 | -2.966614583 | -0.005646313 |
| G | 1 | 105.000 | 105 | 35.20165168 | 4.26 | 102.0171854 | 0.194167779 |
| Residu | 24 | 71.588 | 2.982814583 | | | | |
| Total | 31 | | | | | | |

**Lampiran 7**

**Perhitungan Uji ANOVA Kadar Protein**

| N0 | Xi | Xi² | Xi | Xi² | Xi | Xi² | Xi | Xi² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 46.360 | 2,149.250 | 45.000 | 2,025.000 | 45.19 | 2,042.136 | 45.19 | 2,042.136 |
| 2 | 60.4 | 3,648.160 | 61.54 | 3,787.172 | 60.4 | 3,648.160 | 60.4 | 3,648.160 |
| 3 | 58.93 | 3,472.745 | 57.9 | 3,352.410 | 55.67 | 3,099.149 | 57.9 | 3,352.410 |
| 4 | 55.78 | 3,111.408 | 55.78 | 3,111.408 | 56.03 | 3,139.361 | 55.78 | 3,111.408 |
| | | | | | | | | |
| 5 | 52.07 | 2,711.285 | 51.49 | 2,651.220 | 52.000 | 2,704.000 | 51.73 | 2,675.993 |
| 6 | 59.36 | 3,523.610 | 58.76 | 3,452.738 | 58.29 | 3,397.724 | 58.76 | 3,452.738 |
| 7 | 60.67 | 3,680.849 | 60.58 | 3,669.936 | 60.16 | 3,619.226 | 60.58 | 3,669.936 |
| 8 | 46.53 | 2,165.041 | 47.92 | 2,296.326 | 46.7 | 2,180.890 | 47.99 | 2,303.040 |
| ∑ | 46.360 | 24,462.347 | 45.000 | 24,346.211 | 52.000 | 23,830.646 | 109.583 | 24,255.822 |




| Faktor | Derajat Bebas | SS | MS | F hitung | F tabel | SS' | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 0.679 | 0.6786125 | 1.533789765 | 4.26 | 0.236170833 | 0.000238425 |
| B | 1 | 10.080 | 10.08005 | 22.78277739 | 4.26 | 9.637608333 | 0.009729612 |
| C | 1 | 51.562 | 51.5620125 | 116.5396851 | 4.26 | 51.11957083 | 0.051607572 |
| D | 1 | 26.281 | 26.28125 | 59.40048594 | 4.26 | 25.83880833 | 0.026085473 |
| E | 1 | 194.735 | 194.7351125 | 440.1373722 | 4.26 | 194.2926708 | 0.196147441 |
| F | 1 | 691.548 | 691.54805 | 1563.026501 | 4.26 | 691.1056083 | 0.697703089 |
| G | 1 | 5.040 | 5.0403125 | 11.3920385 | 4.26 | 4.597870833 | 0.004641763 |
| Residu | 24 | 10.619 | 0.442441667 | | | | |
| Total | 31 | | | | | | |

## Lampiran 8

## Hasil Prediksi Kadar Air

| Trial | A | B | C | D | E | F | G | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.32 | 10.49 | 10.56 | 10.63 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 13.843 | 15.86833 | 15.049 | 13.283 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 12.219 | 10.38833 | 11.872 | 12.409 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 15.742 | 15.76667 | 16.361 | 15.062 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 13.658 | 13.68333 | 13.279 | 14.438 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 17.181 | 19.06167 | 17.768 | 17.091 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15.557 | 13.58167 | 14.591 | 16.217 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 19.08 | 18.96 | 19.08 | 18.87 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 12.034 | 11.83333 | 13.822 | 11.174 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 15.557 | 17.21167 | 18.311 | 13.827 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 13.933 | 11.73167 | 15.134 | 12.953 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 17.456 | 17.11 | 19.623 | 15.606 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 15.372 | 15.02667 | 16.541 | 14.982 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 18.895 | 20.405 | 21.03 | 17.635 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 17.271 | 14.925 | 17.853 | 16.761 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19.08 | 18.96 | 19.08 | 18.87 |
| 17 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8.407001 | 6.976667 | 7.566001 | 9.566999 |
| 18 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 11.930001 | 12.355 | 12.055 | 12.22 |
| 19 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10.306001 | 6.875 | 8.878001 | 11.346 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 13.829001 | 12.25333 | 13.367 | 13.999 |
| 21 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 11.745001 | 10.17 | 10.285 | 13.375 |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 15.268001 | 15.54833 | 14.774 | 16.028 |
| 23 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13.644001 | 10.06833 | 11.597 | 15.154 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 17.167001 | 15.44667 | 16.086 | 17.807 |
| 25 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10.121001 | 8.32 | 10.828 | 10.111 |
| 26 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 13.644001 | 13.69833 | 15.317 | 12.764 |
| 27 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12.020001 | 8.218333 | 12.14 | 11.89 |
| 28 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 15.543001 | 13.59667 | 16.629 | 14.543 |
| 29 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 13.459001 | 11.51333 | 13.547 | 13.919 |
| 30 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 16.982001 | 16.89167 | 18.036 | 16.572 |
| 31 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 15.358001 | 11.41167 | 14.859 | 15.698 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 18.881001 | 16.79 | 19.348 | 18.351 |
| 33 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5.701 | 7.456667 | 6.033001 | 5.620998 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 34 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 9.224 | 12.835 | 10.522 | 8.273998 |
| 35 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 7.6 | 7.355 | 7.345001 | 7.399998 |
| 36 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 11.123 | 12.73333 | 11.834 | 10.053 |
| 37 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 9.039 | 10.65 | 8.752001 | 9.428998 |
| 38 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 12.562 | 16.02833 | 13.241 | 12.082 |
| 39 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10.938 | 10.54833 | 10.064 | 11.208 |
| 40 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 14.461 | 15.92667 | 14.553 | 13.861 |
| 41 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 7.415 | 8.8 | 9.295001 | 6.164999 |
| 42 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 10.938 | 14.17833 | 13.784 | 8.817999 |
| 43 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 9.314 | 8.698333 | 10.607 | 7.943999 |
| 44 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 12.837 | 14.07667 | 15.096 | 10.597 |
| 45 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 10.753 | 11.99333 | 12.014 | 9.972999 |
| 46 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 14.276 | 17.37167 | 16.503 | 12.626 |
| 47 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 12.652 | 11.89167 | 13.326 | 11.752 |
| 48 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 16.175 | 17.27 | 17.815 | 14.405 |
| 49 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.739001 | 8.378333 | 10.332 | 10.689 |
| 50 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 7.311001 | 9.321667 | 7.528001 | 7.210998 |
| 51 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5.687001 | 3.841667 | 4.351001 | 6.336998 |
| 52 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9.210001 | 9.22 | 8.840001 | 8.989998 |
| 53 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 7.126001 | 7.136667 | 5.758001 | 8.365998 |
| 54 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 10.649001 | 12.515 | 10.247 | 11.019 |
| 55 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 9.025001 | 7.035 | 7.070001 | 10.145 |
| 56 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 12.548001 | 12.41333 | 11.559 | 12.798 |
| 57 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5.502001 | 5.286667 | 6.301001 | 5.101999 |
| 58 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9.025001 | 10.665 | 10.79 | 7.754999 |
| 59 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 7.401001 | 5.185 | 7.613001 | 6.880999 |
| 60 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 10.924001 | 10.56333 | 12.102 | 9.533999 |
| 61 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8.840001 | 8.48 | 9.020001 | 8.909999 |
| 62 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 12.363001 | 13.85833 | 13.509 | 11.563 |
| 63 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3.788001 | 3.943334 | 3.039001 | 4.557998 |
| 64 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14.262001 | 13.75667 | 14.821 | 13.342 |
| 65 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14.422 | 14.49167 | 15.106 | 13.952 |
| 66 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 17.945 | 19.87 | 19.595 | 16.605 |
| 67 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 16.321 | 14.39 | 16.418 | 15.731 |
| 68 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 19.844 | 19.76833 | 20.907 | 18.384 |
| 69 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 17.76 | 17.685 | 17.825 | 17.76 |
| 70 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 21.283 | 23.06333 | 22.314 | 20.413 |
| 71 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 19.659 | 17.58333 | 19.137 | 19.539 |
| 72 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 23.182 | 22.96167 | 23.626 | 22.192 |
| 73 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 16.136 | 15.835 | 18.368 | 14.496 |
| 74 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 19.659 | 21.21333 | 22.857 | 17.149 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 18.035 | 15.73333 | 19.68 | 16.275 |
| 76 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 21.558 | 21.11167 | 24.169 | 18.928 |
| 77 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 19.474 | 19.02833 | 21.087 | 18.304 |
| 78 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 22.997 | 24.40667 | 25.576 | 20.957 |
| 79 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 21.373 | 18.92667 | 22.399 | 20.083 |
| 80 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 24.896 | 24.305 | 26.888 | 22.736 |
| 81 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12.509001 | 10.97833 | 12.112 | 12.889 |
| 82 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 16.032001 | 16.35667 | 16.601 | 15.542 |
| 83 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 14.408001 | 10.87667 | 13.424 | 14.668 |
| 84 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 17.931001 | 16.255 | 17.913 | 17.321 |
| 85 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 15.847001 | 14.17167 | 14.831 | 16.697 |
| 86 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 19.370001 | 19.55 | 19.32 | 19.35 |
| 87 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 17.746001 | 14.07 | 16.143 | 18.476 |
| 88 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 21.269001 | 19.44833 | 20.632 | 21.129 |
| 89 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 14.223001 | 12.32167 | 15.374 | 13.433 |
| 90 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 17.746001 | 17.7 | 19.863 | 16.086 |
| 91 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 12.02 | 12.22 | 12.14 | 11.89 |
| 92 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 19.645001 | 17.59833 | 21.175 | 17.865 |
| 93 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 17.561001 | 15.515 | 18.093 | 17.241 |
| 94 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 21.084001 | 20.89333 | 22.582 | 19.894 |
| 95 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 19.460001 | 15.41333 | 19.405 | 19.02 |
| 96 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 22.983001 | 20.79167 | 23.894 | 21.673 |
| 97 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9.803 | 11.45833 | 10.579 | 8.942998 |
| 98 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 13.326 | 16.83667 | 15.068 | 11.596 |
| 99 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 11.702 | 11.35667 | 11.891 | 10.722 |
| 100 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 15.225 | 16.735 | 16.38 | 13.375 |
| 101 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 13.141 | 14.65167 | 13.298 | 12.751 |
| 102 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 16.664 | 20.03 | 17.787 | 15.404 |
| 103 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15.04 | 14.55 | 14.61 | 14.53 |
| 104 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 18.563 | 19.92833 | 19.099 | 17.183 |
| 105 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 11.517 | 12.80167 | 13.841 | 9.486999 |
| 106 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 15.04 | 18.18 | 18.33 | 12.14 |
| 107 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 13.416 | 12.7 | 15.153 | 11.266 |
| 108 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 16.939 | 18.07833 | 19.642 | 13.919 |
| 109 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 14.855 | 15.995 | 16.56 | 13.295 |
| 110 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 18.378 | 21.37333 | 21.049 | 15.948 |
| 111 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 16.754 | 15.89333 | 17.872 | 15.074 |
| 112 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 20.277 | 21.27167 | 22.361 | 17.727 |
| 113 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7.890001 | 7.945001 | 7.585001 | 7.879998 |
| 114 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 11.413001 | 13.32333 | 12.074 | 10.533 |
| 115 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 9.789001 | 7.843334 | 8.897001 | 9.658998 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 13.312001 | 13.22167 | 13.386 | 12.312 |
| 117 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 11.228001 | 11.13833 | 10.304 | 11.688 |
| 118 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 14.751001 | 16.51667 | 14.793 | 14.341 |
| 119 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13.127001 | 11.03667 | 11.616 | 13.467 |
| 120 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 16.650001 | 16.415 | 16.105 | 16.12 |
| 121 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 9.604001 | 9.288334 | 10.847 | 8.423999 |
| 122 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 13.127001 | 14.66667 | 15.336 | 11.077 |
| 123 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 11.503001 | 9.186667 | 12.159 | 10.203 |
| 124 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 15.026001 | 14.565 | 16.648 | 12.856 |
| 125 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 12.942001 | 12.48167 | 13.566 | 12.232 |
| 126 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 16.465001 | 17.86 | 18.055 | 14.885 |
| 127 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 14.841001 | 12.38 | 14.878 | 14.011 |
| 128 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 18.364001 | 17.75833 | 19.367 | 16.664 |

## Lampiran 9

Hasil Prediksi Kadar Protein

| Trial | A | B | C | D | E | F | G | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 46.359999 | 45.47 | 45.19 | 45.19 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 45.299999 | 45.035 | 43.965 | 44.6175 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 56.014999 | 55 | 53.84 | 54.4275 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 54.954999 | 54.565 | 52.615 | 53.855 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 50.794999 | 50.305 | 50.875 | 49.8525 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 49.734999 | 49.87 | 49.65 | 49.28 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 60.449999 | 59.835 | 59.525 | 59.09 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 59.389999 | 59.4 | 58.3 | 58.5175 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 47.369999 | 47.61 | 47.29 | 47.0725 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 46.309999 | 47.175 | 46.065 | 46.5 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 57.024999 | 57.14 | 55.94 | 56.31 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 55.964999 | 56.705 | 54.715 | 55.7375 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 51.804999 | 52.445 | 52.975 | 51.735 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 50.744999 | 52.01 | 51.75 | 51.1625 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 61.459999 | 61.975 | 61.625 | 60.9725 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 60.399999 | 61.54 | 60.4 | 60.4 |
| 17 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 49.404999 | 47.575 | 47.575 | 47.6925 |
| 18 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 48.344999 | 47.14 | 46.35 | 47.12 |
| 19 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 59.059999 | 57.105 | 56.225 | 56.93 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 57.999999 | 56.67 | 55 | 56.3575 |
| 21 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 53.839999 | 52.41 | 53.26 | 52.355 |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.779999 | 51.975 | 52.035 | 51.7825 |
| 23 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 63.494999 | 61.94 | 61.91 | 61.5925 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 62.434999 | 61.505 | 60.685 | 61.02 |
| 25 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 50.414999 | 49.715 | 49.675 | 49.575 |
| 26 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 49.354999 | 49.28 | 48.45 | 49.0025 |
| 27 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 60.069999 | 59.245 | 58.325 | 58.8125 |
| 28 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 59.009999 | 58.81 | 57.1 | 58.24 |
| 29 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 54.849999 | 54.55 | 55.36 | 54.2375 |
| 30 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 53.789999 | 54.115 | 54.135 | 53.665 |
| 31 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 64.504999 | 64.08 | 64.01 | 63.475 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 63.444999 | 63.645 | 62.785 | 62.9025 |
| 33 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 47.289999 | 46.7 | 45.86 | 46.7325 |
| 34 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 46.229999 | 46.265 | 44.635 | 46.16 |
| 35 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 56.944999 | 56.23 | 54.51 | 55.97 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 55.884999 | 55.795 | 53.285 | 55.3975 |
| 37 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 51.724999 | 51.535 | 51.545 | 51.395 |
| 38 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 50.664999 | 51.1 | 50.32 | 50.8225 |
| 39 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 61.379999 | 61.065 | 60.195 | 60.6325 |
| 40 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 60.319999 | 60.63 | 58.97 | 60.06 |
| 41 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 48.299999 | 48.84 | 47.96 | 48.615 |
| 42 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 47.239999 | 48.405 | 46.735 | 48.0425 |
| 43 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 57.954999 | 58.37 | 56.61 | 57.8525 |
| 44 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 56.894999 | 57.935 | 55.385 | 57.28 |
| 45 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 52.734999 | 53.675 | 53.645 | 53.2775 |
| 46 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 51.674999 | 53.24 | 52.42 | 52.705 |
| 47 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 62.389999 | 63.205 | 62.295 | 62.515 |
| 48 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 61.329999 | 62.77 | 61.07 | 61.9425 |
| 49 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 50.334999 | 48.805 | 48.245 | 49.235 |
| 50 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 49.274999 | 48.37 | 47.02 | 48.6625 |
| 51 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 59.989999 | 58.335 | 56.895 | 58.4725 |
| 52 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 58.929999 | 57.9 | 55.67 | 57.9 |
| 53 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 54.769999 | 53.64 | 53.93 | 53.8975 |
| 54 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 53.709999 | 53.205 | 52.705 | 53.325 |
| 55 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 64.424999 | 63.17 | 62.58 | 63.135 |
| 56 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 63.364999 | 62.735 | 61.355 | 62.5625 |
| 57 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 51.344999 | 50.945 | 50.345 | 51.1175 |
| 58 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 50.284999 | 50.51 | 49.12 | 50.545 |
| 59 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 60.999999 | 60.475 | 58.995 | 60.355 |
| 60 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 59.939999 | 60.04 | 57.77 | 59.7825 |
| 61 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 55.779999 | 55.78 | 56.03 | 55.78 |
| 62 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 54.719999 | 55.345 | 54.805 | 55.2075 |
| 63 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 65.434999 | 65.31 | 64.68 | 65.0175 |
| 64 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 64.374999 | 64.875 | 63.455 | 64.445 |
| 65 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 45.649998 | 44.985 | 45.155 | 45.1375 |
| 66 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 44.589998 | 44.55 | 43.93 | 44.565 |
| 67 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 55.304998 | 54.515 | 53.805 | 54.375 |
| 68 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 54.244998 | 54.08 | 52.58 | 53.8025 |
| 69 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 50.084998 | 49.82 | 50.84 | 49.8 |
| 70 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 49.024998 | 49.385 | 49.615 | 49.2275 |
| 71 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 59.739998 | 59.35 | 59.49 | 59.0375 |
| 72 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 58.679998 | 58.915 | 58.265 | 58.465 |
| 73 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 46.659998 | 47.125 | 47.255 | 47.02 |
| 74 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 45.599998 | 46.69 | 46.03 | 46.4475 |
| 75 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 56.314998 | 56.655 | 55.905 | 56.2575 |
| 76 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 55.254998 | 56.22 | 54.68 | 55.685 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 77 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 51.094998 | 51.96 | 52.94 | 51.6825 |
| 78 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 50.034998 | 51.525 | 51.715 | 51.11 |
| 79 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 60.749998 | 61.49 | 61.59 | 60.92 |
| 80 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 59.689998 | 61.055 | 60.365 | 60.3475 |
| 81 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 48.694998 | 47.09 | 47.54 | 47.64 |
| 82 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 47.634998 | 46.655 | 46.315 | 47.0675 |
| 83 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 58.349998 | 56.62 | 56.19 | 56.8775 |
| 84 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 57.289998 | 56.185 | 54.965 | 56.305 |
| 85 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 53.129998 | 51.925 | 53.225 | 52.3025 |
| 86 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.069998 | 51.49 | 52 | 51.73 |
| 87 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 62.784998 | 61.455 | 61.875 | 61.54 |
| 88 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 61.724998 | 61.02 | 60.65 | 60.9675 |
| 89 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 49.704998 | 49.23 | 49.64 | 49.5225 |
| 90 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 48.644998 | 48.795 | 48.415 | 48.95 |
| 91 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 59.359998 | 58.76 | 58.29 | 58.76 |
| 92 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 58.299998 | 58.325 | 57.065 | 58.1875 |
| 93 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 54.139998 | 54.065 | 55.325 | 54.185 |
| 94 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 53.079998 | 53.63 | 54.1 | 53.6125 |
| 95 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 63.794998 | 63.595 | 63.975 | 63.4225 |
| 96 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 62.734998 | 63.16 | 62.75 | 62.85 |
| 97 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 46.579998 | 46.215 | 45.825 | 46.68 |
| 98 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 45.519998 | 45.78 | 44.6 | 46.1075 |
| 99 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 56.234998 | 55.745 | 54.475 | 55.9175 |
| 100 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 55.174998 | 55.31 | 53.25 | 55.345 |
| 101 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 51.014998 | 51.05 | 51.51 | 51.3425 |
| 102 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 49.954998 | 50.615 | 50.285 | 50.77 |
| 103 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 60.669998 | 60.58 | 60.16 | 60.58 |
| 104 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 59.609998 | 60.145 | 58.935 | 60.0075 |
| 105 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 47.589998 | 48.355 | 47.925 | 48.5625 |
| 106 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 46.529998 | 47.92 | 46.7 | 47.99 |
| 107 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 57.244998 | 57.885 | 56.575 | 57.8 |
| 108 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 56.184998 | 57.45 | 55.35 | 57.2275 |
| 109 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 52.024998 | 53.19 | 53.61 | 53.225 |
| 110 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 50.964998 | 52.755 | 52.385 | 52.6525 |
| 111 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 61.679998 | 62.72 | 62.26 | 62.4625 |
| 112 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 60.619998 | 62.285 | 61.035 | 61.89 |
| 113 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 49.624998 | 48.32 | 48.21 | 49.1825 |
| 114 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 48.564998 | 47.885 | 46.985 | 48.61 |
| 115 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 59.279998 | 57.85 | 56.86 | 58.42 |
| 116 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 58.219998 | 57.415 | 55.635 | 57.8475 |
| 117 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 54.059998 | 53.155 | 53.895 | 53.845 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 52.999998 | 52.72 | 52.67 | 53.2725 |
| 119 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 63.714998 | 62.685 | 62.545 | 63.0825 |
| 120 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 62.654998 | 62.25 | 61.32 | 62.51 |
| 121 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 50.634998 | 50.46 | 50.31 | 51.065 |
| 122 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 49.574998 | 50.025 | 49.085 | 50.4925 |
| 123 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 60.289998 | 59.99 | 58.96 | 60.3025 |
| 124 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 59.229998 | 59.555 | 57.735 | 59.73 |
| 125 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 55.069998 | 55.295 | 55.995 | 55.7275 |
| 126 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 54.009998 | 54.86 | 54.77 | 55.155 |
| 127 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 64.724998 | 64.825 | 64.645 | 64.965 |
| 128 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 63.664998 | 64.39 | 63.42 | 64.3925 |

**Lampiran 10**
**Perhitungan MRSN**

| Trial | A | B | C | D | E | F | G | w1*C1j | w1*C1j | TNQLj | mrsn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.5327 | 0.428133 | 1.960833 | -2.92441 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.589717 | 0.485761 | 2.075478 | -3.17118 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.884449 | 0.44684 | 3.331289 | -5.22612 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3.084235 | 0.501565 | 3.585801 | -5.54586 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2.350666 | 0.477214 | 2.82788 | -4.51461 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.50402 | 0.523516 | 3.027536 | -4.81089 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.979605 | 0.491717 | 2.471323 | -3.92929 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2.103109 | 0.536128 | 2.639238 | -4.21479 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2.248938 | 0.454094 | 2.703032 | -4.31851 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2.395261 | 0.504311 | 2.899572 | -4.62334 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.503866 | 0.470687 | 2.974554 | -4.73422 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.671554 | 0.518848 | 3.190401 | -5.03845 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2.056276 | 0.498423 | 2.5547 | -4.0734 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2.186307 | 0.539514 | 2.725821 | -4.35497 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.741209 | 0.511426 | 2.252635 | -3.52691 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.846661 | 0.551179 | 2.39784 | -3.7982 |
| 17 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.058098 | 0.377796 | 2.435894 | -3.86658 |
| 18 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.188647 | 0.454545 | 2.643192 | -4.22129 |
| 19 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.371114 | 0.397114 | 2.768227 | -4.42202 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2.526477 | 0.471308 | 2.997785 | -4.768 |
| 21 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.951642 | 0.439709 | 2.391351 | -3.78643 |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.072485 | 0.497722 | 2.570207 | -4.09968 |
| 23 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.655216 | 0.454977 | 2.110194 | -3.24322 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.753406 | 0.511027 | 2.264433 | -3.54959 |
| 25 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.868489 | 0.413721 | 2.28221 | -3.58356 |
| 26 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1.983798 | 0.47751 | 2.461307 | -3.91166 |
| 27 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.070877 | 0.429928 | 2.500805 | -3.9808 |
| 28 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.20227 | 0.492525 | 2.694795 | -4.30526 |
| 29 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.716547 | 0.467032 | 2.183579 | -3.39169 |
| 30 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1.819699 | 0.516918 | 2.336617 | -3.68588 |
| 31 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.463243 | 0.480116 | 1.943359 | -2.88553 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5476 | 0.52895 | 2.07655 | -3.17342 |
| 33 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.01621 | 0.328954 | 2.345164 | -3.70173 |
| 34 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.144779 | 0.416011 | 2.560789 | -4.08374 |
| 35 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.644748 | 0.365016 | 3.009764 | -4.78532 |
| 36 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2.825115 | 0.441653 | 3.266768 | -5.14118 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2.164704 | 0.407835 | 2.572538 | -4.10362 |
| 38 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.303872 | 0.470526 | 2.774397 | -4.43169 |
| 39 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.828559 | 0.430973 | 2.259533 | -3.54019 |
| 40 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.94103 | 0.488749 | 2.429779 | -3.85567 |
| 41 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2.072118 | 0.369659 | 2.441777 | -3.87706 |
| 42 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2.204954 | 0.441157 | 2.646112 | -4.22608 |
| 43 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.302907 | 0.39992 | 2.702827 | -4.31818 |
| 44 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.454828 | 0.464255 | 2.919084 | -4.65247 |
| 45 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.898864 | 0.437954 | 2.336818 | -3.68625 |
| 46 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2.017238 | 0.491152 | 2.508389 | -3.99395 |
| 47 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.612514 | 0.457838 | 2.070352 | -3.16044 |
| 48 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.708828 | 0.507706 | 2.216534 | -3.45674 |
| 49 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.89937 | 0.416952 | 2.316322 | -3.64799 |
| 50 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.018128 | 0.372191 | 2.390319 | -3.78456 |
| 51 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.182839 | 0.28418 | 2.467019 | -3.92173 |
| 52 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2.323787 | 0.401322 | 2.725109 | -4.35384 |
| 53 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.803771 | 0.351974 | 2.155745 | -3.33597 |
| 54 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1.913917 | 0.4369 | 2.350817 | -3.71219 |
| 55 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.534105 | 0.37908 | 1.913185 | -2.81757 |
| 56 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.623892 | 0.457007 | 2.080899 | -3.18251 |
| 57 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.727829 | 0.310293 | 2.038122 | -3.0923 |
| 58 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1.832975 | 0.405992 | 2.238967 | -3.50048 |
| 59 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1.911856 | 0.341658 | 2.253514 | -3.5286 |
| 60 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.031442 | 0.430996 | 2.462437 | -3.91365 |
| 61 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.590548 | 0.396115 | 1.986663 | -2.98124 |
| 62 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1.684841 | 0.463142 | 2.147983 | -3.32031 |
| 63 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.359417 | 0.238791 | 1.598208 | -2.03633 |
| 64 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.436765 | 0.480719 | 1.917483 | -2.82732 |
| 65 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.072183 | 0.486634 | 2.558817 | -4.08039 |
| 66 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.20547 | 0.529895 | 2.735365 | -4.37015 |
| 67 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.958271 | 0.500824 | 3.459095 | -5.38963 |
| 68 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3.164394 | 0.54241 | 3.706804 | -5.69 |
| 69 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2.408103 | 0.523841 | 2.931944 | -4.67156 |
| 70 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.566117 | 0.560339 | 3.126456 | -4.95052 |
| 71 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2.026421 | 0.535409 | 2.56183 | -4.0855 |
| 72 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2.153576 | 0.570731 | 2.724306 | -4.35256 |
| 73 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2.304084 | 0.505294 | 2.809378 | -4.4861 |
| 74 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2.454905 | 0.544375 | 2.99928 | -4.77017 |
| 75 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.566753 | 0.518367 | 3.08512 | -4.89272 |
| 76 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.739716 | 0.556124 | 3.295839 | -5.17966 |
| 77 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2.105632 | 0.539916 | 2.645548 | -4.22516 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 78 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2.239583 | 0.573218 | 2.812801 | -4.49139 |
| 79 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.781679 | 0.550618 | 2.332296 | -3.67784 |
| 80 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.890224 | 0.583 | 2.473224 | -3.93263 |
| 81 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.107089 | 0.453317 | 2.560405 | -4.08309 |
| 82 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.2415 | 0.506205 | 2.747705 | -4.3897 |
| 83 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.42846 | 0.467834 | 2.896294 | -4.61843 |
| 84 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2.588446 | 0.51923 | 3.107675 | -4.92436 |
| 85 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.996828 | 0.496682 | 2.49351 | -3.96811 |
| 86 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.121126 | 0.539923 | 2.661049 | -4.25053 |
| 87 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.692358 | 0.508621 | 2.200979 | -3.42616 |
| 88 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.793282 | 0.550711 | 2.343993 | -3.69956 |
| 89 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.911851 | 0.476645 | 2.388497 | -3.78125 |
| 90 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2.03049 | 0.523261 | 2.553751 | -4.07179 |
| 91 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.120046 | 0.4897 | 2.609746 | -4.16598 |
| 92 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.255316 | 0.535314 | 2.79063 | -4.45702 |
| 93 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.755601 | 0.516069 | 2.27167 | -3.56345 |
| 94 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1.861678 | 0.554808 | 2.416486 | -3.83184 |
| 95 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.495523 | 0.526874 | 2.022397 | -3.05866 |
| 96 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.582212 | 0.564831 | 2.147043 | -3.31841 |
| 97 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.064292 | 0.420516 | 2.484808 | -3.95293 |
| 98 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.196685 | 0.477948 | 2.674633 | -4.27264 |
| 99 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.711083 | 0.442998 | 3.154081 | -4.98873 |
| 100 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2.89705 | 0.496112 | 3.393162 | -5.30605 |
| 101 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2.216601 | 0.472665 | 2.689266 | -4.29634 |
| 102 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.359915 | 0.518386 | 2.8783 | -4.59136 |
| 103 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.871015 | 0.489164 | 2.360179 | -3.72945 |
| 104 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.986748 | 0.532391 | 2.519139 | -4.01252 |
| 105 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2.121963 | 0.44556 | 2.567523 | -4.09514 |
| 106 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2.258802 | 0.49608 | 2.754882 | -4.40103 |
| 107 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.359629 | 0.465829 | 2.825458 | -4.51089 |
| 108 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.516232 | 0.512943 | 3.029176 | -4.81324 |
| 109 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.94361 | 0.493285 | 2.436895 | -3.86837 |
| 110 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2.065484 | 0.53406 | 2.599544 | -4.14897 |
| 111 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.649331 | 0.50826 | 2.157591 | -3.33969 |
| 112 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.748417 | 0.547112 | 2.295529 | -3.60883 |
| 113 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.943741 | 0.374531 | 2.318272 | -3.65164 |
| 114 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2.065943 | 0.447986 | 2.513929 | -4.00353 |
| 115 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2.234624 | 0.398888 | 2.633511 | -4.20535 |
| 116 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2.379682 | 0.467548 | 2.847229 | -4.54422 |
| 117 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.844779 | 0.43754 | 2.282319 | -3.58376 |
| 118 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1.958016 | 0.493547 | 2.451563 | -3.89443 |

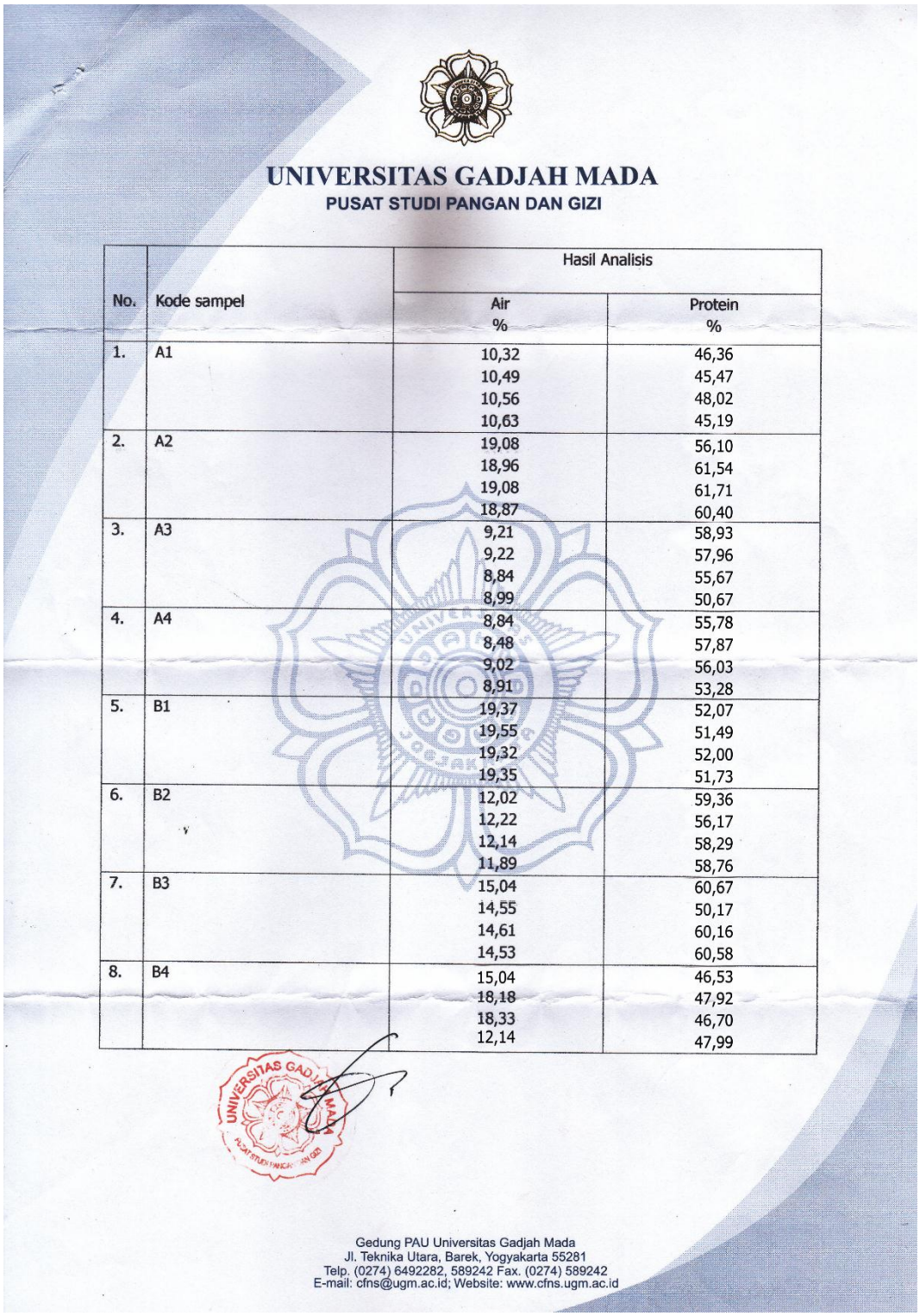
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1.567928 | 0.455276 | 2.023204 | -3.0604 |
| 120 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.660169 | 0.508448 | 2.168617 | -3.36183 |
| 121 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.7672 | 0.40851 | 2.17571 | -3.37601 |
| 122 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1.875323 | 0.470246 | 2.345569 | -3.70248 |
| 123 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1.95641 | 0.429441 | 2.385852 | -3.77643 |
| 124 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.079458 | 0.488016 | 2.567474 | -4.09506 |
| 125 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.626102 | 0.46389 | 2.089991 | -3.20144 |
| 126 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1.723021 | 0.512269 | 2.23529 | -3.49334 |
| 127 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1.388899 | 0.479361 | 1.86826 | -2.71437 |
| 128 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.468346 | 0.525887 | 1.994233 | -2.99776 |

## Lampiran 11
## Linguistic Terms USED in The Study

| No | Scale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **No. of term used** | **two** | **three** | **five** | **five** | **six** | **seven** | **nine** | **eleven** |
| **1** | **Extremely** | | | | | | | | yes |
| **2** | **Very High** | | | yes | | yes | yes | yes | yes |
| **3** | **High-very High** | | | | | | | yes | yes |
| **4** | **High** | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes |
| **5** | **Fairly High** | | | | yes | yes | | yes | |
| **6** | **Mol High** | | | | | | yes | | yes |
| **7** | **Medium** | yes | yes | yes | yes | | yes | yes | yes |
| **8** | **Mol Low** | | | | | | yes | | yes |
| **9** | **Fair Low** | | | | yes | yes | | yes | |
| **10** | **Low** | | yes | yes | yes | yes | yes | yes | yes |
| **11** | **Very-very Low** | | | | | | | yes | yes |
| **12** | **Very Low** | | | yes | | yes | yes | yes | yes |
| **13** | **None** | | | | | | | | yes |

| No | Scale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **No. of term used** | **two** | **three** | **five** | **five** | **six** | **seven** | **nine** | **Eleven** |
| **1** | **Extremely** | | | | | | | | 0.954 |
| **2** | **Very High** | | | 0.909 | | 0.917 | 0.909 | 0.917 | 0.864 |
| **3** | **High-very High** | | | | | | | 0.875 | 0.701 |
| **4** | **High** | 0.75 | 0.833 | 0.717 | 0.885 | 0.750 | 0.773 | 0.750 | 0.667 |
| **5** | **Fairly High** | | | | 0.700 | 0.584 | | 0.630 | |
| **6** | **Mol High** | | | | | | 0.637 | | 0.590 |
| **7** | **Medium** | 0.583 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| **8** | **Mol Low** | | | | | | 0.363 | | 0.410 |
| **9** | **Fair Low** | | | | 0.300 | 0.416 | | 0.370 | |
| **10** | **Low** | | 0.166 | 0.281 | 0.115 | 0.250 | 0.227 | 0.250 | 0.333 |
| **11** | **Very-very Low** | | | | | | | 0.125 | 0.299 |
| **12** | **Very Low** | | | 0.091 | | 0.083 | 0.091 | 0.083 | 0.136 |
| **13** | **None** | | | | | | | | 0.046 |

**Lampiran 12**
**Hasil uji kadar air dan kadar protein**



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

| No. | Kode sampel | Hasil Analisis | |
|---|---|---|---|
| | | Air % | Protein % |
| 1. | A1 | 10,32 | 46,36 |
| | | 10,49 | 45,47 |
| | | 10,56 | 48,02 |
| | | 10,63 | 45,19 |
| 2. | A2 | 19,08 | 56,10 |
| | | 18,96 | 61,54 |
| | | 19,08 | 61,71 |
| | | 18,87 | 60,40 |
| 3. | A3 | 9,21 | 58,93 |
| | | 9,22 | 57,96 |
| | | 8,84 | 55,67 |
| | | 8,99 | 50,67 |
| 4. | A4 | 8,84 | 55,78 |
| | | 8,48 | 57,87 |
| | | 9,02 | 56,03 |
| | | 8,91 | 53,28 |
| 5. | B1 | 19,37 | 52,07 |
| | | 19,55 | 51,49 |
| | | 19,32 | 52,00 |
| | | 19,35 | 51,73 |
| 6. | B2 | 12,02 | 59,36 |
| | | 12,22 | 56,17 |
| | | 12,14 | 58,29 |
| | | 11,89 | 58,76 |
| 7. | B3 | 15,04 | 60,67 |
| | | 14,55 | 50,17 |
| | | 14,61 | 60,16 |
| | | 14,53 | 60,58 |
| 8. | B4 | 15,04 | 46,53 |
| | | 18,18 | 47,92 |
| | | 18,33 | 46,70 |
| | | 12,14 | 47,99 |

Gedung PAU Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknika Utara, Barek, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 6492282, 589242 Fax. (0274) 589242
E-mail: cfns@ugm.ac.id; Website: www.cfns.ugm.ac.id