

**PENERAPAN BAGAN KENDALI NON PARAMETRIK DENGAN
MENGUKAKAN METODE *WILCOXON SIGN RANK* PADA DATA
PAKAN TERNAK PT JAPFA COMFEED INDONESIA**

**ISWAN RAHMAN
H 062 1920 04**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PENERAPAN BAGAN KENDALI NON PARAMETRIK DENGAN
MENGUKAKAN METODE *WILCOXON SIGN RANK* PADA DATA
PAKAN TERNAK PT JAPFA COMFEED INDONESIA**

**ISWAN RAHMAN
H 062 1920 04**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PENERAPAN BAGAN KENDALI NON PARAMETRIK DENGAN
MENGUKAKAN METODE *WILCOXON SIGN RANK* PADA DATA
PAKAN TERNAK PT JAPFA COMFEED INDONESIA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Statistika

Disusun dan diajukan oleh

**ISWAN RAHMAN
H 062 1920 04**

kepada

**PROGRAM MAGISTER STATISTIKA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

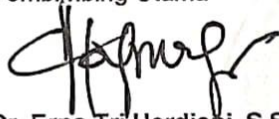
**PENERAPAN BAGAN KENDALI NON PARAMETRIK DENGAN
MENGUKAKAN METODE WILCOXON SIGN RANK PADA DATA PAKAN
TERNAK PT. JAPFA COMFEED INDONESIA
(Studi Kasus Data Pakan Ternak PT. Japfa Comfeed Indonesia, Makassar)**

**ISWAN RAHMAN
H062192004**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 29 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

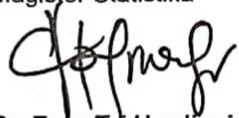
Menyetujui,

Pembimbing Utama



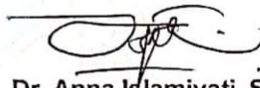
Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750429 200003 2 001

Ketua Program Studi
Magister Statistika



Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750429 200003 2 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.
NIP. 19770808 200501 2 002

Dekan Fakultas MIPA
Universitas Hasanuddin



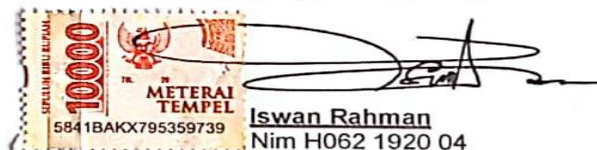
Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19720515 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Penerapan Bagan Kendali Non Parametrik Dengan Menggunakan Metode *Wilcoxon Sign Rank* Pada Data Pakan Ternak PT Japfa Comfeed Indonesia" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si., sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Anna Islamiyati, S.Si, M.Si., sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal International Journal Of Research Publications (IJRP), Volume 1331, Halaman 330-333 dan DOI: 10.47119/IJRP1001311820235416 sebagai artikel dengan judul "Application of Nonparametric Sign and Wilcoxon Sign Rank Control Charts on Animal Feed Data of PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 29 Januari 2024

A 1000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "1000", "METERAI TEMPEL", and "5841BAKX795359739".

Iswan Rahman
Nim H062 1920 04

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Segala puji bagi Allah SWT, *Rabb* semesta alam yang senantiasa melimpahkan rahmat-Nya. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Muhammad saw yang paling dimuliakan, pemimpin orang-orang bertakwa, Muhammad bin Abdullah dan kepada para keluarga serta sahabat beliau. Alhamdulillah, berkat pertolongan Allah akhirnya tesis dengan judul **“Penerapan Bagan Kendali Non Parametrik Dengan Menggunakan Metode *Wilcoxon Sign Rank* Pada Data Pakan Ternak PT Japfa Comfeed Indonesia”** yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin ini dapat dirampungkan. Penulis berharap tesis ini bisa memberikan tambahan pengetahuan bagi pembelajar statistika.

Tidak lupa penulis mengucapkan jazaakumullahu khairan kepada seluruh pihak yang senantiasa membantu baik berupa materi, tenaga dan dukungan moral selama proses penyelesaian tulisan ini:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Anna Islamiyati, S.Si, M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika, **Ibu Anisa, S.Si, M.Si.**, selaku sekretaris Departemen Statistika, segenap dosen pengajar dan staf Departemen Statistika yang telah membekali ilmu dan kemudahan-kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
4. **Ibu Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si, M.Si.** selaku dosen pembimbing utama dan **Ibu Dr. Anna Islamiyati, S.Si, M.Si.**, selaku dosen pembimbing pertama yang telah bersedia meluangkan begitu banyak waktunya dan senantiasa memberikan masukan dalam penulisan tesis ini.
5. **Ibu Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.**, **Bapak Dr. Nirwan, M.Si.** dan **Ibu Sri Astuti Thamrin, M.Stat., Ph.D.**, selaku Tim Penguji. Terima kasih telah memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini serta waktu yang telah diberikan kepada penulis.

Ucapan jazaakumullahu khairan juga penulis sampaikan kepada orang-orang

yang berperan besar serta istimewa kepada:

1. Kedua orang tua, **Rahman Ilyas** dan **Aisyah Hade**, sebagai Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah banyak memberikan pelajaran serta pendidikan sebagai bekal kehidupan. Mereka telah memberikan kasih sayang, doa, dan motivasi yang besar. Semoga penulis dapat menjadi salah satu amal jariyah bagi mereka.
2. Teman-teman seperjuangan **Magister Statistika 2019**. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Semoga Allah membalas kebaikan-kebaikan kalian dengan yang lebih baik.
3. Pimpinan dan seluruh jajaran **Celebes Research Center (CRC)**, yang telah memberikan waktu kepada penulis dalam berfokus untuk menyelesaikan tesis ini.
4. Kakak, adik-adik, dan teman-teman **UKM Koperasi Mahasiswa Universitas Hasanuddin** sebagai wadah dalam berorganisasi dalam dunia wirausaha bagi penulis, dan yang telah memberikan semangat serta motivasi pada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi tesis yang lebih baik lagi. Semoga tesis ini dapat bermanfaat di bidang dan bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Makassar, 29 Januari 2024

Iswan Rahman

ABSTRAK

Statistical proses control (SPC) merupakan alat dalam memonitoring suatu parameter proses. Teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memantau, mengontrol, dan menganalisis proses produksi mulai dari penerimaan bahan baku hingga sampai ketangan konsumen dengan menggunakan metode-metode statistik. Salah satu alat bantu yang dapat digunakan untuk mendukung analisis dan pengambilan keputusan adalah bagan kendali. Bagan kendali *wilcoxon sign rank* merupakan salah satu metode analisis *quality control* dalam pendekatan tersebut. PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk Unit Makassar merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pakan ternak menyediakan sumber protein hewani melalui pakan ternak bermutu. Penulisan ini bertujuan mengontrol tingkat kandungan lemak dalam pakan ternak agar kualitas yang dihasilkan bisa tetap terjaga sehingga menghasilkan hasil ternak yang baik. Bagan kendali nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank* bervariasi dengan batas kendali sekitar -1.93 sampai 56.93, dengan bawah bernilai -1.93 (LCL), batas tengah bernilai 27.5 (CL) dan batas atas bernilai 56.93 (UCL). Pengendalian kualitas komposisi lemak dalam produk pakan ternak menunjukkan bahwa proses berada dalam keadaan terkendali.

Kata Kunci: SPC, Bagan Kendali, Nonparametrik, *Wilcoxon Sign Rank*, *Quality Control*

ABSTRACT

Statistical process control (SPC) is a tool in monitoring a process parameter. Problem-solving techniques used to monitor, control, and analyse the production process starting from the receipt of raw materials to reach consumers using statistical methods. One of the tools that can be used to support analysis and decision making is a control chart. The *wilcoxon sign rank* control chart is one of the *quality control* analysis methods in this approach. PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk Makassar Unit is one of the companies engaged in the animal feed industry providing animal protein sources through quality animal feed. This paper aims to control the level of fat content in animal feed so that the quality produced can be maintained so as to produce good livestock products. The *Wilcoxon Sign Rank* nonparametric control map varies with control limits around -1.93 to 56.93, with a lower value of -1.93 (LCL), a middle limit of 27.5 (CL) and an upper limit of 56.93 (UCL). Quality control of fat composition in animal feed products shows that the process is under control.

Keywords: SPC, Control Chart, Nonparametric, *Wilcoxon Sign Rank*, *Quality Control*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bagan Kendali	4
2.2 Distribusi Binomial.....	5
2.3 Uji Asumsi.....	6
2.3.1 Uji Normalitas.....	6
2.3.2 Uji Keacakan Data (<i>Run Test</i>)	7

2.4 Bagan Kendali Shewhart <i>Sign</i>	8
2.5 Bagan Kendali <i>Wilcoxon Sign Rank</i>	9
2.6 Gambaran Umum PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Unit Makassar ...	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Sumber Data	12
3.2 Struktur Data Penelitian	12
3.3 Metode Analisis	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Penentuan Batas Kendali <i>Wilcoxon Signed Rank</i>	14
4.2 Uji Asumsi.....	17
4.2.1 Uji Normalitas Data	17
4.2.2 Uji Keacakan Data (<i>Run Test</i>).....	19
4.3 Bagan Kendali Nonparametrik <i>Wilcoxon Sign</i> Dan <i>Wilcoxon Sign Rank</i> 20	
BAB V PENUTUP.....	23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Struktur Data Penelitian	12
2. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov	18
3. Uji Keacakan Data (<i>Run Test</i>).....	19

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut		Halaman
1.	Bagan Kendali Nonparametrik <i>Wilcoxon Sign</i> Dengan Mean	20
2.	Bagan Kendali Nonparametrik <i>Wilcoxon Sign</i> Dengan Median	20
3.	Bagan Kendali Nonparametrik <i>Wilcoxon Sign Rank</i> Dengan Mean.....	21
4.	Bagan Kendali Nonparametrik <i>Wilcoxon Sign Rank</i> Dengan Median	21

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Data Pengamatan Kandungan Lemak (%) dalam Produk Pakan Ternak pada Bulan Desember 2021 hingga Januari 2022	27
2. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov	28
3. <i>Output</i> Hasil Perhitungan M_{ij} dan S_i Dengan Mean.....	29
4. <i>Output</i> Hasil Perhitungan M_{ij} dan S_i Dengan Median.....	30
5. <i>Output</i> Bagan Kendali <i>Wilcoxon Sign</i> Dengan Mean.....	31
6. <i>Output</i> Bagan Kendali <i>Wilcoxon Sign</i> Dengan Median.....	32
7. <i>Output</i> Hasil Perhitungan Rank (R_i) dan S_i Dengan Mean.....	33
8. <i>Output</i> Hasil Perhitungan Rank (R_i) dan S_i Dengan Median	34
9. <i>Output</i> Bagan Kendali <i>Wilcoxon Sign Rank</i> Dengan Mean	35
10. <i>Output</i> Bagan Kendali <i>Wilcoxon Sign Rank</i> Dengan Median	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Statistical proses control (SPC) merupakan alat dalam memonitoring suatu parameter proses. Teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memantau, mengontrol, dan menganalisis proses produksi mulai dari penerimaan bahan baku hingga sampai ketangan konsumen dengan menggunakan metode-metode statistik (Raza dkk., 2020). Salah satu alat bantu yang dapat digunakan untuk mendukung analisis dan pengambilan keputusan adalah bagan kendali (Damayanti dkk., 2022). Bagan kendali merupakan salah satu alat SPC yang secara grafis digunakan untuk mengontrol proses produksi agar berjalan dengan stabil dengan cara mendeteksi adanya variasi atau penyimpangan dalam proses. Bagan kendali dapat mendeteksi sinyal *out of control* saat terjadi pergeseran rata-rata dari pusat distribusi pengamatan hingga melebihi batas kendali (Amin dkk., 2014).

Bagan kendali terdiri atas garis tengah yang merupakan nilai rata-rata dari karakteristik kualitas, serta dua garis lain yang menyatakan batas pengendalian atas dan batas pengendalian bawah (Montgomery, 2009). Alat yang sangat dikenal dalam SPC adalah bagan kendali Wilcoxon. Salah satu contoh dari bagan kendali adalah bagan kendali Wilcoxon, cumulative sum, dan eksponensial weighted moving average. Pada umumnya ketiga bagan kendali ini memiliki asumsi distribusi yang harus dipenuhi, yaitu berdistribusi normal. Padahal pada kenyataannya sering kali terdapat suatu data itu tidak berdistribusi normal. Bagan kendali nonparametrik ini sendiri sebenarnya sudah berkembang lama diantaranya, pada buku yang disebutkan (Gibbons & Chakraborti, 2003).

Buku ini menceritakan tentang inferensi statistika nonparametrik. Buku ini sering kali dijadikan rujukan bagi para penulis yang menggunakan statistika nonparametrik sebagai statistik ujinya. Peneliti lainnya yang membahas statistika nonparametrik tersebut adalah sebagai berikut. (Imam dkk., 2014) mengembangkan konsistensi dan batasan uji-t dengan sign dan wilcoxon sign rank test. (Harris & Hardin, 2013) mengembangkan wilcoxon signed rank dan

wilcoxon mann–whitney ranksum. (Wilcox, 2003) membahas metode berbasis rank dan nonparametrik. (Riffenburgh, 2006) menerapkan sign rank pada pendekatan normal bahwa distribusi yang berbeda memiliki median nol.

PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. Unit Makassar merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pakan ternak. Pakan ternak merupakan hal yang sangat penting dalam usaha peternakan, hingga dapat dikatakan bahwa keberhasilan suatu peternakan tergantung pada konsumsi pakan. Pakan ternak yang dibuat harus memiliki nutrisi yang diperlukan. Salah satu komposisi yang terkandung dalam pakan ternak adalah lemak. Lemak menjadi bahan baku yang tercampur dalam pakan ternak karena mampu meningkatkan kandungan energy pakan. Namun, presentase kandungan lemak dalam pakan ternak harus terkontrol karena jika berlebihan dapat mengakibatkan gangguan pencernaan pada ternak. Oleh sebab itu, perlu dilakukan kontrol yang ketat terhadap tingkat kandungan lemak dalam pakan ternak agar kualitas yang dihasilkan bisa tetap terjaga sehingga menghasilkan hasil ternak yang baik.

Berdasarkan uraian di atas, penulis akan mengkaji mengenai bagan kendali *Wilcoxon sign rank* diterapkan pada bidang peternakan yaitu, produk pakan ternak di PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk Unit Makassar. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis ingin mengangkat judul “**Penerapan Bagan Kendali Non Parametrik Dengan Menggunakan Metode *Wilcoxon Sign Rank* Pada Data Pakan Ternak PT Japfa Comfeed Indonesia**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan bagan kendali nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank*?
2. Bagaimana mengaplikasikan bagan kendali nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank* pada data kandungan lemak yang terdapat dalam produk pakan ternak di PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Unit Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan Bagan kendali nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank*.
2. Mengaplikasikan bagan kendali nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank* pada data kandungan lemak yang terdapat dalam produk pakan ternak di PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Unit Makassar

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data pengamatan kandungan lemak yang terdapat dalam produk pakan ternak di PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbkunit Makassar pada bulan Desember 2021 hingga Januari 2022.
2. Ukuran setiap sampel (n) adalah sama dan $n = 10$.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi pengemban ilmu pengetahuan, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menambah dinamika keilmuan mengenai pengendalian kualitas statistik (*statistical proses control*) khususnya tentang bagan kendali nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank*.
2. Diharapkan metode nonparametrik *Wilcoxon Sign Rank* dapat menjadi rekomendasi atau referensi dalam melakukan pengendalian kualitas pada proses produksi yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bagan Kendali

Bagan kendali merupakan salah satu alat pengendalian kualitas statistik yang secara grafis menampilkan gambaran tentang perilaku sebuah proses. Fungsibagan kendali di dunia industri sebagai alat untuk memonitor suatu proses produksi agar tetap berada dalam pengendalian kualitas secara statistik sehingga dapat mempertahankan tingkat kualitas suatu produk. Bagan kendali tersusun atas garis-garis kendali yaitu garis tengah yang menunjukkan nilai rata-rata karakteristik kualitas, Batas Kendali Atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) yang dijadikan sebagai dasar pengukuran untuk mendeteksi sinyal *out of control* ketika terjadi pergeseran terhadap rata-rata hasil produksi (Abbasi, 2010).

Berdasarkan data yang digunakan, bagan kendali diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu (Montgomery, 2009):

1. Bagan kendali atribut Bagan kendali atribut merupakan bagan kendali untuk memonitor karakteristik kualitas yang diklasifikasikan berdasarkan sifat produk seperti cacat dan tidak cacat.
2. Bagan kendali variabel

Bagan kendali variabel merupakan bagan kendali untuk memonitor karakteristik kualitas produk yang diperoleh dari hasil pengukuran. Data yang dibutuhkan untuk penerapan bagan kendali ini adalah data yang bersifat variabel seperti panjang, berat, volume, dan lain-lain.

Pembuatan bagan kendali memerlukan nilai *mean* (μ) atau *median* (μ) yang dapat diketahui ataupun tidak dapat diketahui. Nilai μ yang telah diketahui sebelumnya merupakan suatu nilai yang telah ditetapkan oleh perusahaan untuk dijadikan standar pengukuran kualitas. Namun dalam prakteknya, kebanyakan nilai μ tidak diketahui sehingga terlebih dahulu dilakukan penaksiran untuk mendapatkan nilai μ . Jika $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_n$ adalah rata-rata dari masing-masing sampel ke-1, 2, ..., n, maka nilai dari μ dapat ditaksir dari rata-rata seluruh sampel $\bar{\bar{X}}$ yang dihitung dengan:

$$\mu = \bar{X} = \frac{n_1\bar{X}_1 + n_2\bar{X}_2 + \dots + n_n\bar{X}_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n} \quad (2.1)$$

maka nilai dari μ dapat ditaksir dari median seluruh sampel \bar{X} yang dihitung dengan:

$$\mu = \frac{n + 1}{2} \quad (2.2)$$

2.2 Distribusi Binomial

Distribusi binomial merupakan ukuran penyebaran data dari hasil percobaan Bernoulli yang diulang sebanyak n kali percobaan dengan dua kemungkinan hasil dari setiap percobaan yaitu sukses atau gagal. Distribusi binomial memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Percobaan dilakukan sebanyak n kali pengamatan;
2. Setiap percobaan hanya mempunyai dua kemungkinan hasil yaitu sukses dan gagal dengan peluang sukses yaitu p dan peluang gagal yaitu

$$q = 1 - p; \quad (2.3)$$

3. Setiap percobaan bersifat independen (saling bebas), artinya hasil dari suatu percobaan tidak mempengaruhi hasil percobaan lainnya;
4. Probabilitas sukses pada setiap percobaan konstan, artinya probabilitas sukses harus sama untuk setiap percobaan.

Misalkan X merupakan suatu variabel acak diskrit yang menyatakan banyaknya kejadian sukses (p) dari n kali percobaan yang saling bebas, maka probabilitas distribusi binomial dengan parameter (n, p) didefinisikan sebagai berikut:

$$P(X = x) = f(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x} = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}; \quad x = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Notasi $\binom{n}{x}$ disebut koefisien binomial merupakan kombinasi x dari n yang diperoleh dengan persamaan (Sibuea, 2019):

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} \quad (2.5)$$

Dengan,

x : jumlah sukses dalam n kali percobaan

p : peluang sukses ($0 \leq p \leq 1$)

n : jumlah percobaan

q : peluang gagal

2.3 Uji Asumsi

Uji asumsi bertujuan untuk memastikan bahwa data yang akan digunakan dalam penelitian telah memenuhi asumsi untuk dilakukan analisis lebih lanjut sesuai dengan metode yang akan digunakan. Uji asumsi pada bagan kendali terdiri dari uji normalitas dan uji keacakan data (*run test*).

2.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan sebuah uji yang dilakukan untuk memastikan bahwa sebaran data yang akan digunakan pada penelitian telah mengikuti distribusi normal. Salah satu uji normalitas yang dapat digunakan yaitu uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis dan statistik uji pada persamaan berikut (Nuraviva & Achmad, 2011):

Hipotesis:

H_0 : data berdistribusi normal

H_1 : data tidak berdistribusi normal

Statistik uji:

$$D_{hitung} = \max |F_s(x) - F_t(x)| \quad (2.6)$$

$$F_s(x) = \frac{f_{kum}}{n} \quad (2.7)$$

dengan:

$F_s(x)$: distribusi frekuensi kumulatif dari data

$F_t(x)$: probabilitas kumulatif distribusi normal untuk setiap nilai yang teramati

D_{hitung} : deviasi maksimum

D_{α} : nilai kritis uji Kolmogorov-Smirnov

f_{kum} : frekuensi kumulatif ke-i

n : jumlah data

Taraf Signifikansi :

$\alpha = 0,05$

Kriteria Pengujian:

Jika nilai $D_{hitung} < D_{\alpha,n}$ (nilai $\alpha = 0,05$), maka H_0 diterima yang berarti bahwasebaran data telah berdistribusi normal. Sebaliknya, jika nilai $D_{hitung} > D_{\alpha}$ (nilai $\alpha = 0,05$), maka tidak cukup bukti untuk menerima H_0 yang berarti bahwa datayang digunakan tidak berdistribusi normal.

2.3.2 Uji Keacakan Data (*Run Test*)

Uji keacakan data (*run test*) berfungsi untuk memastikan bahwa sederetan data pengamatan berasal dari proses pengambilan yang acak atau data tidak berhubungan satu sama lain. Sujarweni dan Endrayanto (2012) dalam bukunya menyatakan uji hipotesis untuk uji keacakan data (*run test*) adalah sebagai berikut:

Hipotesis:

H_0 : Data bersifat acak

H_1 : Data tidak bersifat acak

Statistik Uji:

$$D_{hitung} = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r} \quad (2.8)$$

r berdistribusi normal dengan nilai rata-rata (μ_r) dan standar deviasi (σ_r) diperoleh dari perhitungan berikut:

$$\mu_r = \frac{2n_1n_2}{n_1n_2} \quad (2.9)$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1+n_2)^2(n_1+n_2 - 1)}} \quad (2.10)$$

Dengan :

n_1 : jumlah data bertanda (+)

n_2 : jumlah data bertanda (-)

r : jumlah *run* (urutan sampel yang identik)

Taraf Signifikansi :

$$\alpha = 0,05$$

Kriteria Uji :

1. H_0 diterima jika $-D_{\alpha/2} < D_{hitung} < D_{\alpha/2}$
2. H_0 ditolak jika $D_{hitung} < -D_{\alpha/2}$ atau $D_{hitung} > D_{\alpha/2}$

2.4 Bagan Kendali *Wilcoxon Sign*

Bagan kendali *Wilcoxon Sign* merupakan bagan kendali *Wilcoxon* menggunakan metode nonparametrik yang dibentuk dari statistik uji tanda (*sign test*) untuk mengatasi data yang tidak memenuhi asumsi normalitas. Misalkan x_{ij} merupakan data pengamatan dari masing-masing sampel (i) yang berukuran n dan μ adalah nilai *mean* dari seluruh sampel. Prosedur awal pembuatan bagan kendali *Wilcoxon Sign* yaitu dengan melakukan statistik uji tanda yang didefinisikan dengan persamaan berikut (Amin dkk., 2014):

$$\text{sign}(X_{ij} - \mu_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } X_{ij} - \mu_i > 0 \\ 0 & \text{jika } X_{ij} - \mu_i \leq 0 \end{cases}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.11)$$

$$SR_i = \sum_{j=1}^n \text{sign}(X_j - \mu_i);$$

SR_i berdistribusi binomial dengan parameter n dan $p = \{X_{ij} > 0\} = 0,5$ untuk proses terkendali. Titik-titik plot bagan kendali *Wilcoxon Sign* dinyatakan dengan

persamaan berikut

$$T_i = \frac{SR_i + n}{2} \quad (2.12)$$

Batas kendali dari bagan kendali *Wilcoxon Sign* didefinisikan sebagai berikut (park, 2013):

$$UCL = n - b\left(\frac{\alpha}{2}, n, \frac{1}{2}\right) \quad (2.13)$$

$$CL = \frac{\alpha}{2} \quad (2.14)$$

$$LCL = b\left(\frac{\alpha}{2}, n, \frac{1}{2}\right) \quad (2.15)$$

Dengan,

$b\left(\frac{\alpha}{2}, n, \frac{1}{2}\right)$: nilai probabilitas distribusi binomial terbentuknya batas kendali

α : taraf signifikansi sebesar 0.0027

n : jumlah pengamatan setiap sampel

2.5 Bagan Kendali Wilcoxon Sign Rank

Misalkan X_i merupakan data dari masing-masing sampel yang berukuran n dan μ adalah mean dari sebuah sampel.

Selanjutnya didefinisikan:

$$M_{ij} = X_{ij} - \mu_i \text{ dan } Z_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika } X_{ij} - \mu_i > 0 \\ 0 & \text{jika } X_{ij} - \mu_i \leq 0 \end{cases} \quad (2.16)$$

Misalkan $|R_i|$ = rangking dari $|X_{ij} - \mu_i|$, dengan $i = 1, 2, \dots, n$

Oleh karena itu:

$$R^+ = \sum_{i=1}^n Z_i R_i \quad (2.17)$$

Ronald, L. I. (1974), menuliskan bahwa statistik uji Wilcoxon sign rank memiliki distribusi eksak sebagai berikut:

$$Z = \frac{R^+ - \frac{n(n+1)}{4}}{\left[\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}\right]^{1/2}} \quad (2.18)$$

Memiliki distribusi asing titik ke distribusi normal dengan mean 0 dan variansi 1.

Berdasarkan Gibbons, J. D. & Chakraborti, S. (2010).

$$E(R^+) = \frac{n(n+1)}{4}, \text{ dan} \quad (2.19)$$

$$\text{Var}(R^+) = \frac{n(n+1)(2n+1)}{24} \quad (2.20)$$

Dengan,

$$\text{UCL} = \frac{n(n+1)}{4} + 3\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} \quad (2.21)$$

$$\text{CL} = \frac{n(n+1)}{4} \quad (2.22)$$

$$\text{LCL} = \frac{n(n+1)}{4} - 3\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} \quad (2.23)$$

Dimana:

UCL : batas atas

CL : batas tengah

LCL : batas bawah

2.6 Gambaran Umum PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Unit Makassar

PT. Japfa Comfeed Indonesia berdiri sejak awal tahun 1971 di daerah Sidoarjo, Jawa Timur dan memiliki beberapa unit yang tersebar di Indonesia salah satunya terletak di Makassar yang merupakan pabrik ke-7 dari PT. Japfa Comfeed Indonesia. PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk Unit Makassar merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pakan ternak di daerah Sulawesi Selatan. Perusahaan ini menyediakan sumber protein hewani melalui pakan ternak bermutu dan bertekad menjadi *market leader* di wilayah Sulawesi. Dalam mewujudkan tekad tersebut, PT. Japfa Comfeed Indonesia memiliki standarisasi penerimaan yang telah dituangkan kedalam SOP (*Standart Operating Procedures*) perusahaan. Sehingga seluruh proses produksi harus sesuai dengan spesifikasi penerimaan yang ditentukan oleh departemen *quality control*.

Quality control merupakan departemen yang bertugas mengawasi dan mengontrol mulai dari penerimaan bahan baku, proses produksi pakan, hingga pakan sampai ke tangan konsumen. Departemen *quality control* terdiri dari 3 unit yaitu unit *Entrance Control* merupakan salah satu unit yang menangani masalah pengendalian bahan baku mulai dari penerimaan hingga penyimpangan bahan baku dalam gudang, unit *Stock Raw Material* yang bertugas untuk mempertahankan kualitas bahan baku selama penyimpangan sampai pada saat digunakan dalam proses produksi dan unit *Inproses Control* yang bertugas untuk

mengontrol proses produksi dari intake bahan baku (pencurahan bahan baku) sampai *begging off* (pengemasan).

Bahan Baku merupakan unsur penting untuk diperhatikan dalam penyusunan formulasi pakan karena hasilnya akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ternak. Pakan ternak yang dibuat harus memiliki komposisi kandungan nutrisi yang lengkap. Salah satu komponen nutrisi yang memiliki sumber energi tinggi dalam pakan ternak yaitu lemak. Lemak menjadi bahan baku yang dicampur dalam pakan ternak karena mampu meningkatkan kandungan energi pakan. Namun, kandungan persentase lemak dalam produk pakan ternak harus selalu terkontrol dan diawasi karena jika berlebihan akan mengakibatkan diare pada ternak dan pakan mudah tengik (*rancidity*). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengasawan yang ketat terhadap tingkat kandungan lemak yang terkandung dalam produk pakan ternak agar kualitas yang dihasilkan bisa tetap terjaga sehingga mampu memberikan kepuasan terhadap konsumen.