

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki peranan penting sebagai bahan baku utama industri pakan dan industri pangan, dan bahkan di banyak negara sudah dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi (Sulaiman dkk., 2018). Kontribusi produksi jagung mencapai 35% dari total kebutuhan pakan ternak nasional (Badan Pusat Statistik, 2023). Biji jagung sebagai hasil utama digunakan sebagai bahan pangan manusia, bahan pakan ternak, bahan baku industri, makanan, minuman, kertas, minyak dan bahan baku bioetanol. Adapun batang jagung merupakan bahan pakan ternak yang sangat potensial (Pearu et al., 2017). Komoditas ini sangat dibutuhkan, terutama karena kandungan energi yang tinggi dan protein yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ternak. Selain itu, tingginya kebutuhan jagung dalam formulasi pakan unggas tidak terlepas dari tingginya kandungan pati dan protein yang terkandung di dalamnya (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, 2024), oleh karena itu jagung memiliki nilai ekonomi dan peluang untuk dikembangkan. Berdasarkan laporan dari Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2023), produksi pipilan jagung dengan kadar air sebesar 14% sebanyak 14.77 juta ton. Produksi ini lebih rendah dibandingkan pada 2022 yaitu sebanyak 16.53 juta ton atau mengalami penurunan produksi sebesar 1.75 juta ton (10.61%). Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti kondisi iklim dan manajemen lahan (BPS, 2023). Hal ini tentu saja berdampak besar pada sektor pakan ternak dan industri bioenergi di Indonesia.

Jagung memiliki potensi besar sebagai bahan pakan, tetapi tantangan dalam produksinya harus diatasi agar dapat memenuhi kebutuhan peternakan (Haryanto, 2020). Perubahan iklim global dapat menyebabkan ketidakpastian dalam produksi tanaman jagung, terutama pada kualitas hasil panen yang sangat bergantung pada curah hujan (FAO, 2020). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa perubahan iklim, khususnya pemanasan global dapat berdampak negatif pada hasil panen, termasuk tanaman pokok seperti jagung (Lobell dan Field, 2007).

Pemerintah Indonesia telah melaksanakan berbagai upaya untuk meningkatkan produksi jagung, seperti pemberian benih gratis, pompanisasi, dan subsidi pupuk. Namun, meskipun telah ada upaya tersebut, hasil produksi jagung nasional belum menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang bersifat internal maupun eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi produksi jagung meliputi genetika, varietas tanaman, teknik budidaya, dan kepadatan tanaman. Genetika tanaman, misalnya, menentukan daya tahan tanaman terhadap stres lingkungan dan potensi hasil yang dapat dicapai (Li et al., 2019). Pemilihan varietas yang unggul juga berperan penting dalam memastikan ketahanan tanaman terhadap hama, penyakit, dan kondisi iklim yang ekstrem (Shiferaw et al., 2015). Selain itu, teknik budidaya yang diterapkan, seperti pengelolaan tanah, pemupukan yang tepat, dan penggunaan teknologi pertanian modern, dapat meningkatkan efisiensi dan hasil produksi jagung (Mahmood et al., 2014). Selain itu ketinggian tempat juga mempengaruhi pertumbuhan jagung karena

mempengaruhi umur panen, suhu dan kelembaban dan intensitas cahaya yang diterima tanaman. Di dataran rendah umur jagung berkisar antara 3-4 bulan sedangkan di dataran tinggi di atas 200 MDPL dapat mencapai 4-5 bulan (Efendi, 1985) Di sisi lain, faktor eksternal seperti perubahan iklim, yang menyebabkan fluktuasi suhu dan curah hujan, turut mempengaruhi produksi jagung (Ray et al., 2015). Ketersediaan air, terutama melalui irigasi yang efisien, juga menjadi faktor pembatas utama bagi produksi jagung di banyak wilayah Indonesia (Li et al., 2019). Selain itu, pemilihan varietas yang tahan terhadap perubahan iklim serta hama dan penyakit juga sangat berperan dalam meningkatkan ketahanan dan hasil produksi jagung (Shiferaw et al., 2015).

Kualitas tanah menentukan keberhasilan dalam budidaya jagung karena tanaman membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang cukup, tanah yang subur dan pengairan yang optimal, seluruh elemen dalam karakteristik tanah merupakan faktor penting dalam budidaya jagung (Pertiwi et al., 2023). Pemanfaatan lahan yang intensif dapat menurunkan kualitas tanah, demikian juga dengan alih fungsi lahan, baik menjadi pemukiman maupun industri. Pemanfaatan lahan-lahan marjinal menjadi penting untuk memenuhi kebutuhan pangan, meskipun masih memiliki banyak faktor pembatas baik dari segi fisika, kimia maupun biologi tanah. Evaluasi status kesuburan tanah dianggap perlu dilakukan agar dapat memberikan informasi dalam peningkatan teknik dan strategi pengelolaan lahan untuk mencapai pertanian berkelanjutan. (Khaki et al., 2017).

Kebijakan pertanian yang mendukung akses terhadap teknologi dan input pertanian juga memainkan peran penting dalam memastikan keberhasilan produksi jagung yang berkelanjutan (Pingali, 2015). Namun yang sangat berpengaruh dalam produksi jagung adalah kualitas tanah, dimana kualitas tanah harus mengandung kandungan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang secara langsung berdampak terhadap hasil panen tanaman (White, 2013). Tanah dengan kandungan nutrisi yang baik mampu meningkatkan kemampuan tanaman untuk berproduksi secara optimal (Brady dan Weil, 2008) dan mempengaruhi kualitas pakan. Kualitas tanah dapat mempengaruhi kualitas nutrisi jagung yang dihasilkan sebagai pakan ternak, terutama kandungan protein dan karbohidrat (NRC, 2016). Selain faktor internal, faktor eksternal juga mempengaruhi pertumbuhan serta kualitas hasil panen tanaman jagung seperti suhu, curah hujan dan topografi (Ahmad dan Zaki, 2018).

Pakan jagung yang berkualitas dapat diketahui dari beberapa indikator seperti, kandungan protein yang merupakan komponen untuk pertumbuhan dan perkembangan unggas, kandungan lemak yang berfungsi sebagai sumber energi, serat yang mempengaruhi pencernaan dan berpengaruh dalam mengurangi konsumsi pakan, pati/karbohidrat yang merupakan sumber energi utama dalam jagung. Penelitian ini berfokus pada hubungan antara kualitas tanah dan kualitas pakan jagung pada kondisi iklim dan topografi yang berbeda. Komoditas jagung sebagai pakan ternak sangat penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat meningkatkan produksi dan kualitas jagung, terutama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang memengaruhi kualitas hasil panen.

1.2 Rumusan Masalah

- Apakah kualitas tanah yang memiliki ketinggian berbeda memengaruhi produksi dan kualitas tanaman jagung sebagai pakan ternak unggas?
- Apakah topografi yang berbeda mempengaruhi produksi dan kualitas tanaman jagung sebagai pakan ternak unggas?
- Apakah Terdapat korelasi antara kualitas tanah pada ketinggian berbeda terhadap produksi dan kualitas tanaman jagung sebagai pakan ternak unggas?

1.3. Tujuan Penelitian

- Menganalisis kualitas tanah pada ketinggian/topografi berbeda terhadap produksi dan kualitas pakan jagung sebagai pakan unggas.
- Menganalisis korelasi antara indeks kualitas tanah (SQI) dan parameter proksimat pakan jagung pada topografi yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi dinas pertanian, pihak swasta, dan petani dalam menentukan arah pengembangan budidaya jagung berbasis topografi, khususnya dalam membedakan potensi dan kendala produksi di dataran rendah dan wilayah berlereng/dataran tinggi. Hasil penelitian ini memberikan dasar ilmiah untuk menetapkan lokasi yang lebih sesuai bagi pengembangan jagung dengan mutu hasil yang optimal, sekaligus merumuskan strategi pengelolaan tanah dan hara yang spesifik lokasi guna menjaga produktivitas dan keberlanjutan lahan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu dan teknologi pertanian, khususnya dalam pemanfaatan indikator kualitas tanah sebagai dasar evaluasi kesesuaian lahan dan peningkatan mutu hasil jagung.

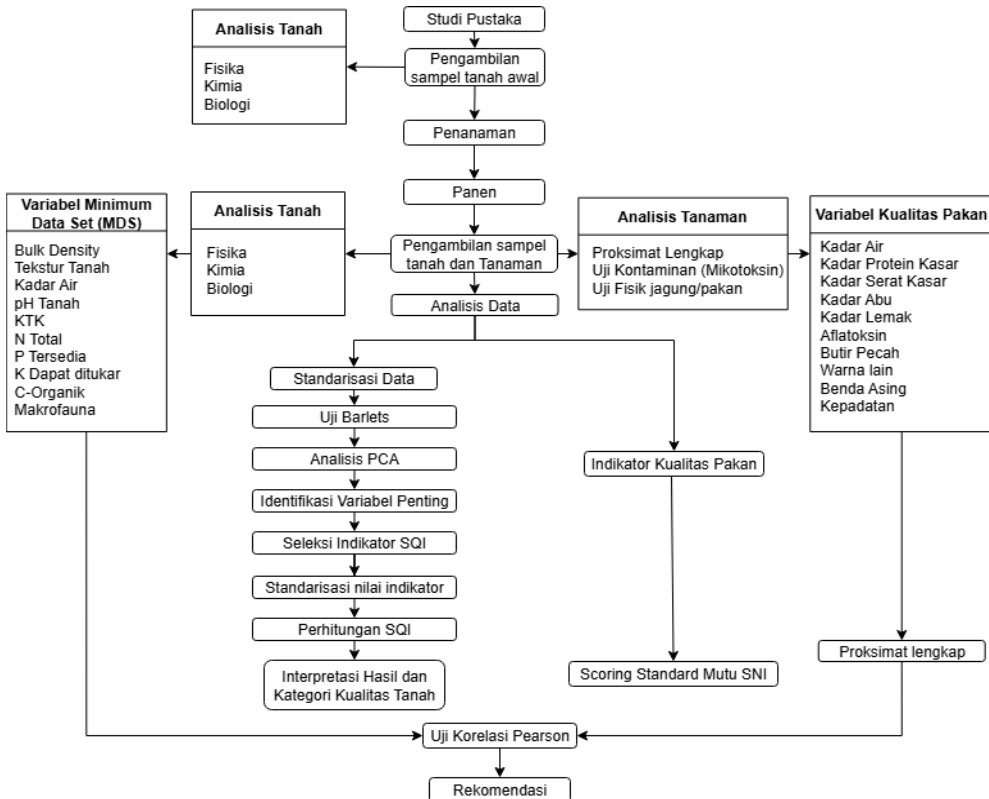
1.5 Hipotesis

Kualitas tanah pada topografi yang berbeda diduga mempengaruhi produksi dan kualitas tanaman jagung.

1.6 Kerangka Pemikiran

Hasil produksi jagung nasional terus menurun akibat faktor internal seperti genetika, varietas, teknik budidaya, kualitas tanah, dan faktor eksternal seperti perubahan iklim, topografi, ketersediaan air, dan alih fungsi lahan. Hal ini memberikan dampak langsung pada ketersediaan pakan ternak dan industri terkait. Pengaruh kualitas tanah sangat besar, tidak hanya terhadap produktivitas, tetapi juga pada kualitas nutrisi jagung sebagai pakan, termasuk kandungan protein, lemak, serat, dan karbohidrat. Penelitian ini diharapkan mampu mengkaji hubungan antara kualitas tanah dan kualitas pakan tanaman jagung pada kondisi topografi yang berbeda, guna mendukung produksi jagung yang berkelanjutan dan memenuhi kebutuhan sektor peternakan.

Berikut adalah alur penelitian yang dijelaskan dalam flowchart:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei hingga September 2024 di dua lokasi dengan karakteristik topografi yang kontras di Provinsi Sulawesi Selatan untuk mewakili variasi lingkungan yang berbeda,:

Topografi Dataran Tinggi: Desa Onto, Kecamatan Bantaeng, Kabupaten Bantaeng (5°27'59"S 119°57'40"E) (Lampiran 1). Lokasi ini berada pada ketinggian 717,28 mdpl, yang mewakili karakteristik lahan pegunungan dengan suhu yang lebih sejuk. Topografi Dataran Rendah: Desa Bonto Matene, Kecamatan Turatea, Kabupaten Jeneponto (5°36'40"S 119°45'11"E) (Lampiran 1). Lokasi ini berada pada ketinggian 20,43 mdpl, yang mewakili karakteristik lahan pesisir/dataran rendah dengan suhu yang lebih tinggi.

Pemilihan kedua lokasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai bagaimana perbedaan elevasi memengaruhi Indeks Kualitas Tanah (SQI) serta implikasinya terhadap kualitas nutrisi pakan jagung.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah peralatan survey, GPS (*Global Position System*), kamera digital, alat tulis menulis dan alat-alat laboratorium. Bahan yang digunakan adalah sampel tanah, dan larutan kimia di laboratorium, benih (Lampiran 5), pupuk (Lampiran 4) dan pestisida (Lampiran 3).

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis statistik korelasi Pearson untuk mengevaluasi kualitas tanah melalui indikator sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta makrofauna, dengan perhitungan Standard Quality Index (SQI). Penilaian kualitas tanah ini menggunakan 10 minimum data set sebagai faktor pembobotan relatif indikator kualitas tanah. Selain itu, kualitas pakan jagung dinilai melalui pengujian proksimat lengkap dan gross energi, dengan mengacu pada standar SNI nomor 01-4483-1998 (1998) sebagai indikator syarat mutu kualitas pakan. Analisis iklim dilakukan dengan perhitungan data curah hujan dan temperatur selama 10 tahun terakhir. Pendekatan penelitian ini mencakup pengumpulan data primer, pengecekan lokasi, pengambilan sampel tanah awal, budidaya tanaman, pengambilan sampel tanah akhir dan hasil panen, serta analisis cuaca dan laboratorium.

2.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan perlakuan yang seragam di semua titik penelitian, yaitu di tiga titik yang ada di masing-masing lokasi, yaitu Kabupaten Bantaeng (717,28 mdpl / dataran tinggi) dan Kabupaten Jeneponto (20,43 mdpl / dataran rendah), untuk meminimalkan keragaman data. Manajemen budidaya diterapkan secara konsisten di ketiga titik setiap lokasi, mencakup perlakuan yang seragam dalam hal pemupukan (Lampiran 4), pengelolaan lahan (Lampiran 2), serta pengendalian hama/penyakit (Lampiran 3), guna memastikan bahwa perbedaan yang teramati hanya dipengaruhi

oleh kondisi topografi dan kualitas tanah. Setiap titik penelitian mendapatkan perlakuan yang sama agar hasil penelitian lebih akurat dan valid.

Sistem penandaan pada sampel dibuat untuk memudahkan dalam mengidentifikasi berdasarkan, ulangan, waktu maupun lokasi pengambilan sampel. Huruf pertama menunjukkan lokasi penelitian (B1= Desa Onto, Kabupaten Bantaeng dan J1= Desa Bontomatene Kabupaten Jeneponto), setelah itu huruf dan angka pertama menunjukkan ulangan seperti "U" diikuti dengan nomor yang mengacu pada identitas ulangan dan huruf terakhir menunjukkan waktu pengambilan sampel dimana "A" adalah pengambilan sampel di lakukan sebelum penanaman dan "B" adalah sampel yang di ambil setelah penanaman di lakukan.

Sebagai contoh : B1U1A yang artinya Desa Onto, Kabupaten Bantaeng (B1), Ulangan 1 (U1), Sebelum Penanaman (A). atau B1A Desa Onto, Bantaeng (B1) A Sebelum tanam.

2.5 Tahapan Penelitian

2.5.1 Pengambilan Sampel Tanah Awal

Penentuan kedalaman 0-30 cm didasarkan pada Pedoman Balai Penelitian Tanah yang menyatakan bahwa lapisan tersebut merupakan lapisan olah yang paling aktif secara fisik, kimia dan biologi serta menjadi zona utama perakaran tanaman semusim, sehingga representatif untuk menggambarkan kondisi kesuburan tanah dan aktifitas biologi tanah pada lahan pertanian Parameter yang dianalisis mencakup aspek fisik, kimia, dan biologi tanah guna mendapatkan gambaran komprehensif mengenai kondisi media tanam. Metode komposit digunakan untuk memperoleh sampel yang mewakili kondisi rata-rata lahan pada setiap lokasiserta untuk mengurangi variasi sifat tanah antar titik pengambilan sampel. Detail mengenai parameter, satuan, dan metode analisis yang digunakan disajikan pada (Tabel 1) dan dokumentasi kegiatan pengambilan sampel tanah disajikan pada (Lampiran 11)

2.5.2 Pengambilan Sampel Fauna Tanah

Pada pengambilann sampel makrofauna tanah dilakukan dengan menggunakan cara pengambilan tanah minipit menggunakan alat kotak besi berukuran 1 m x 1 m x 0,3 m. Pengambilan sampel tanah tersebut ditanam di setiap titik sampel pada kedalaman 30 cm atau kedalaman efektif perakaran tanaman jagung yang telah di tentukan, selanjutnya alat tersebut diangkat dan dilakukan pelepasan secara langsung antara alat dengan tanah, yang selanjutnya melakukan hand sorting atau pemisahan secara lansung menggunakan tangan untuk melihat berapa banyak makrofauna tanah yang terdapat dalam tanah tersebut. Dokumentasi kegiatan pengambilan sampel makrofauna tanah di sajikan pada (Lampiran 12)

2.5.3 Managemen Budidaya Dan Pemilihan Benih

Penelitian ini menerapkan manajemen budidaya yang seragam di seluruh lokasi untuk memastikan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan tanaman jagung. Penanaman jagung dilakukan dengan jarak tanam 30 cm x 60 cm, yang bertujuan untuk memberikan ruang yang cukup bagi tanaman untuk berkembang dan

mendapatkan nutrisi yang optimal. Penanaman dilakukan dari arah timur ke barat untuk memaksimalkan penerimaan cahaya matahari, mengingat orientasi tersebut memungkinkan tanaman menerima sinar matahari secara merata sepanjang hari.

Setiap lubang tanam diisi dengan satu biji jagung untuk memastikan tanaman tumbuh dengan baik dan mengurangi kompetisi antar tanaman. Pemupukan dilakukan secara terjadwal, dengan aplikasi pertama pada umur 14 Hari Setelah Tanam (HST) menggunakan pupuk urea, dan aplikasi kedua pada umur 28 HST dengan pupuk urea dan NPK untuk mendukung pertumbuhan dan pematangan tanaman secara maksimal.

Untuk pengendalian hama dan penyakit, tindakan yang diambil dilakukan berdasarkan gejala yang muncul di lapangan. Penyemprotan herbisida sistemik dilakukan 10 hari sebelum tanam untuk mengendalikan gulma yang dapat mengganggu pertumbuhan jagung. Sementara itu, pemantauan terhadap gejala hama dan penyakit dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa pengendalian yang dilakukan efektif dan sesuai dengan kondisi tanaman.

Pemilihan Benih:

Pemilihan benih jagung disesuaikan dengan adaptasi lingkungan yang meliputi kemampuan tanaman untuk bertahan terhadap hama, penyakit tertentu, serta toleransi terhadap kondisi elevasi di masing-masing lokasi.

Di Kabupaten Jeneponto, yang merupakan daerah dengan dataran rendah, varietas yang ditanam adalah:

- **Kurama:** Tahan terhadap bulai, adaptif terhadap cekaman kekeringan, dan tahan rebah. Varietas ini cocok untuk ditanam di dataran tinggi maupun rendah.
- **NK Perkasa:** Tahan terhadap bulai, tahan rebah, serta adaptif terhadap cekaman kekeringan. Varietas ini baik untuk ditanam di dataran menengah hingga rendah.
- **NK Sumo:** Tahan rebah dan cocok untuk dataran rendah dengan produksi yang tinggi.

Di Kabupaten Bantaeng, yang merupakan dataran tinggi, varietas yang digunakan adalah:

- **BISI 18:** Tahan terhadap hawar daun dan karat daun, serta cocok ditanam di dataran tinggi hingga rendah.
- **NK Andalan:** Tahan terhadap rebah dan cocok untuk kondisi dataran tinggi.
- **Kurama:** Tahan terhadap bulai, tahan kekeringan, dan tahan rebah. Varietas ini dapat ditanam baik di dataran tinggi maupun rendah

2.5.4 Persiapan Lahan

Persiapan lahan untuk penanaman jagung dilakukan di dua lokasi yang berbeda, yaitu Kabupaten Jeneponto (dataran rendah) dan Kabupaten Bantaeng (dataran tinggi). Setiap lokasi penelitian dilaksanakan dengan tiga titik pengulangan untuk meminimalkan variabilitas data dan memastikan keakuratan hasil penelitian. Luasan lahan yang digunakan di setiap titik adalah **3000 m²** (setara dengan 3 are) dengan jarak tanam 30 cm x 30 cm per titik, yang disesuaikan untuk menguji pertumbuhan jagung pada kondisi iklim dan topografi yang berbeda. Kegiatan penanaman

dilakukan setelah persiapan lahan selesai. Dokumentasi tiap tahapan budidaya disajikan pada (Lampiran 15)

2.5.5 Pemupukan

Pemupukan dalam penelitian ini dilakukan secara terjadwal pada umur 14 Hari Setelah Tanam (HST) dan 28 HST dengan tujuan untuk mendukung pertumbuhan dan pematangan tanaman jagung. Pemupukan pertama dilakukan pada umur 14 HST menggunakan 100 kg urea, yang setara dengan 46 kg nitrogen. Pupuk urea ini bertujuan untuk memberikan suplai nitrogen yang cukup bagi tanaman pada tahap awal pertumbuhannya.

Pemupukan kedua dilakukan pada umur 28 HST dengan 50 kg urea dan 150 kg NPK Phonska, yang setara dengan 45,5 kg nitrogen, 22,5 kg fosfor, dan 22,5 kg kalium. Pupuk urea pada pemupukan kedua ini berfungsi untuk melanjutkan pemberian nitrogen yang diperlukan, sementara NPK Phonska memberikan tambahan fosfor dan kalium yang penting untuk mendukung pembentukan akar yang kuat, pertumbuhan tanaman, dan pembentukan biji jagung. Pengaplikasian pupuk dilakukan secara merata dan sesuai dosis yang telah ditentukan, dengan tujuan untuk memastikan tanaman mendapatkan unsur hara yang cukup pada setiap fase pertumbuhannya. Waktu aplikasi dan dosis di sajikan pada (Lampiran 4)

Penentuan waktu dan dosis pemupukan mengacu pada rekomendasi pemupukan jagung dari Balai Penelitian Tanah dan Litbang Pertanian, yang menyatakan bahwa kebutuhan nitrogen tanaman jagung paling tinggi terjadi pada fase vegetatif awal hingga pembentukan tongkol, sehingga pemupukan nitrogen dilakukan secara bertahap untuk meningkatkan efisiensi serapan dan mengurangi kehilangan unsur hara melalui pencucian dan volatilisasi.

Aplikasi urea pada umur 14 HST bertujuan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif awal, sedangkan kombinasi urea dan NPK pada umur 28 HST dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen, fosfor dan kalium pada fase pertumbuhan lanjutan dan awal pembentukan tongkol. Dosis pupuk yang digunakan disesuaikan dengan rekomendasi pemupukan jagung pada lahan kering dan lahan sawah tadah hujan, sehingga diharapkan mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal dan seragam di seluruh lokasi penelitian.

2.5.6 Panen

Panen dilakukan ketika tanaman jagung telah memasuki fase matang fisiologis (R6), penetapan waktu panen didasarkan pada pedoman budidaya jagung Badan Libang Pertanian, yang menyatakan bahwa pada fase ini akumulasi bahan kering biji telah maksimum dan pengisian biji telah selesai, sehingga hasil panen mencerminkan hasil produksi yang sesungguhnya, keberadaan lapisan hitam (Black layer) pada pangkal biji di gunakan sebagai indikator utama kematangan fisiologis karena menunjukkan terhentinya aliran nutrisi dari tanaman ke biji. Panen pada fase ini penting untuk memperoleh hasil yang optimal serta menghindari kehilangan hasil akibat panen terlalu dini atau penurunan kualitas akibat panen terlambat. Ilustrasi stadium pertumbuhan tanaman jagung serta ciri kematangan fisiologis yang di gunakan sebagai dasar penentuan waktu panen di sajikan pada (Lampiran 6)

Tanaman yang siap panen dapat dikenali melalui beberapa ciri-ciri berikut:

- Daun Jagung: Daun tanaman mulai menguning dan mengering, dengan lebih dari 80% dari daun yang menunjukkan tanda-tanda kekeringan.
- Kelobot (Kulit Tongkol): Kelobot pada tongkol jagung berubah warna menjadi cokelat dan sudah dalam keadaan kering, menandakan bahwa biji di dalamnya telah mencapai kematangan penuh.
- Rambut Jagung: Rambut jagung, yaitu bagian ujung tongkol yang menempel pada biji, berubah warna menjadi cokelat kehitaman dan sudah kering.
- Biji Jagung: Biji jagung terasa padat dan keras. Ketika dibuka, biji menunjukkan kilau yang mengkilat atau bening.
- Tes Kuku pada Biji: Biji tidak akan membekas atau tertekan saat diberi tekanan menggunakan kuku, menandakan bahwa biji sudah cukup keras.
- Tongkol: Tongkol terasa keras saat dipegang, menunjukkan bahwa biji di dalamnya telah matang sempurna.
- Lapisan Hitam pada Pangkal Biji: Terdapat lapisan hitam yang disebut black layer di pangkal biji ketika tongkol dipotong, yang menandakan bahwa biji telah mencapai kematangan fisiologis (Lampiran 6).

Ciri-ciri tersebut digunakan sebagai indikator penentuan waktu panen yang tepat untuk memastikan hasil yang diperoleh memiliki kualitas dan bobot kering yang optimal.

2.5.7 Pengambilan Sampel Biji

Pengambilan sampel biji dilakukan untuk kebutuhan analisis laboratorium guna menilai kualitas pakan jagung yang dihasilkan. Sampel biji yang diambil berupa hasil panen yang mewakili seluruh populasi tanaman jagung di setiap lokasi penelitian. Untuk memastikan representativitas dan akurasi, tiga sampel biji diambil secara acak di setiap titik penelitian. Setiap sampel biji yang diambil berasal dari tongkol jagung yang sudah mencapai kematangan fisiologis (R6), sesuai dengan kriteria panen yang telah ditetapkan.

Sampel-sampel biji ini kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengevaluasi kandungan gizi dan kualitas pakan jagung, termasuk parameter seperti kadar protein, lemak, serat, dan kandungan air dalam biji jagung.

2.5.8 Analisis Sampel Tanah

Parameter yang digunakan dalam analisis sampel tanah didasarkan pada kriteria Indeks Kualitas Tanah (Soil Quality Index, SQI) yang diterbitkan oleh Balai Penelitian Tanah (2009). Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Kriteria yang digunakan untuk menilai kualitas tanah meliputi beberapa indikator utama, yang dapat dilihat pada (Tabel 1),

Metode analisis tanah yang digunakan mengikuti standar yang telah ditetapkan dan dijelaskan secara rinci dalam (Lampiran 10), mencakup berbagai teknik pengukuran untuk menilai parameter tanah seperti pH, kandungan organik,

ketersediaan unsur hara, serta sifat fisik dan biologi lainnya. Dokumentasi kegiatan analisis laboratorium disajikan pada (Lampiran 13).

Tabel 1. Parameter Dan Metode Analisis Sampel Tanah Balai Penelitian Tanah (2009)

| Paramater | Satuan | Metode |
|----------------------|------------------------|-------------------------------|
| Sifat Fisik | | |
| <i>Bulk density</i> | gr/cm ³ | Core/Ring Sampler |
| Tekstur | % | Hidrometer |
| Kadar Air | % | Gravimetrik |
| Sifat Kimia | | |
| Ph | - | pH meter |
| KTK | me/100g | Ekstraksi NH ₄ OAc |
| N-Total | % | <i>Kjedahl</i> |
| P tersedia | Ppm | <i>Olsen</i> |
| K-dapat ditukar | me 100 g ⁻¹ | Ekstraksi NH ₄ OAc |
| C-Organik | % | <i>Walkey</i> |
| Sifat Biologi | | |
| Keragaman Makrofauna | | Shannon-Wiener |

Untuk menentukan faktor biologi tanah, khususnya mikrofauna tanah, digunakan indeks keragaman jenis berdasarkan metode Shannon-Wiener. Indeks ini dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H' = \sum (P_i \times \ln P_i) \dots \dots \dots (3. 1)$$

Keterangan :

H' : Indeks keragaman Jenis

P_i : Proporsi jumlah individu dengan jumlah total individu seluruh jenis

ln : Logaritma Natural

Indeks keragaman jenis makrofauna yang telah dihitung kemudian diklasifikasikan berdasarkan kriteria Shannon-Wiener dan ditentukan dalam (Tabel 2). Dokumentasi pengambilan sampel makrofauna disajikan pada (Lampiran 12).

Tabel 2 Kriteria dan Pembobotan Indeks Keragaman Makrofauna Shannon-Wiener Dalam Odum (1996)

| Kriteria keragaman Makrofauna | Bobot Komulatif |
|--------------------------------------|------------------------|
| H' >3 Keanekaragaman Tinggi | 1 |
| H' <3 Keanekaragaman Sedang | 2 |
| H' <1 Keanekaragaman Rendah | 3 |

2.5.9 Analisis kandungan proksimat Sampel Biji

Analisis proksimat atau uji komposisi suatu produk dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi yang terdapat dalam produk tersebut. Uji proksimat ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur berbagai komponen utama yang berperan dalam menentukan kualitas nutrisi produk, khususnya pada biji jagung yang digunakan sebagai pakan ternak.

Parameter yang diuji dalam analisis proksimat meliputi:

- Protein: Untuk menilai kandungan protein kasar yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan ternak.
- Lemak: Sebagai sumber energi yang penting untuk metabolisme tubuh ternak.
- Karbohidrat: Sumber energi utama dalam pakan ternak.
- Abu dan Mineral: Untuk mengetahui kandungan mineral yang diperlukan dalam pakan ternak untuk mendukung berbagai fungsi fisiologis.
- Serat: Menilai kandungan serat kasar yang berperan dalam proses pencernaan ternak.
- Air: Untuk mengetahui kadar air yang mempengaruhi daya simpan dan kualitas pakan.

Hasil dari pengujian proksimat ini memberikan gambaran yang lengkap mengenai komposisi nutrisi dalam produk tersebut, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai indikator kualitas dari biji jagung yang dihasilkan, serta seberapa sesuai biji jagung tersebut digunakan sebagai pakan ternak. Metode analisis dilakukan berdasarkan prosedur dibawah ini:

Kadar abu tetap (100%). Berdasarkan metode penelitian yang dilakukan Handayani dan Widodo (2010), prosedur penentuan kadar abu meliputi;

- a. Persiapan cawan porselin dan pemanasan cawan ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama 1 jam
- b. Pengeluaran cawan porselin dari dalam tanur, lalu pendingin didalam desikator selama 1 jam dan penimbangan cawan porselin
- c. Penimbangan sampel awal Sampel diletakkan ke dalam cawan porselin dan pemanasan cawan diatas *hot plate* dengan suhu 300°C selama 3 jam atau hingga sampel berwarna hitam dan tidak terdapat asap
- d. Pemanasan kembali cawan ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama 2 jam atau hingga sampel berwarna abu putih
- e. Cawan porselin dikeluarkan dari dalam tanur, kemudian dilakukan pendinginan di dalam eksikator selama 1 jam
- f. Penimbangan berat sampel dan cawan porselin.
- g. Kadar abu dalam suatu bahan dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar abu total (\%)} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{berat cawan}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Kadar air total (100%). Kadar air merupakan banyaknya air yang menguap dan hilang dari suatu bahan yang disebabkan oleh proses pemanasan dalam suhu 103°C dan hasilnya dinyatakan dalam persen (%) dari berat bahan tersebut. Prosedur penentuan kadar air berdasarkan metode Sumardi (2006) adalah sebagai berikut :

- a. Penimbangan sampel yang telah homogen sebanyak 2-5 g dan diletakkan dalam cawan yang telah ditimbang beratnya
- b. Cawan diletakkan dalam oven dengan tutup setengah terbuka agar uap air mudah keluar dan pemanasan dengan suhu 103°C selama 3 jam
- c. Cawan dikeluarkan dari oven dan dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit dengan keadaan cawan tertutup
- d. Penimbangan berat cawan beserta sampel dan pencatatan berat

- e. Cawan kembali dipanaskan dalam oven dengan suhu dan waktu yang sama, kemudian pendinginan dalam desikator dan penimbangan berat cawan. Apabila didapat perbedaan 0.005 g maka berat telah dianggap konstan.
- f. Perhitungan kadar air dilakukan dengan rumus berikut;

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat sampel} - (\text{berat akhir} - \text{berat botol timbang})}{\text{Berat sampel}} \times 100 \dots \dots \dots (3.3)$$

Kadar lemak total (100%). Analisis kadar lemak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode *goldfisch* (Sudarmadji *et al.*, 2007). Penentuan banyaknya lemak pada metode *goldfisch* dapat dilakukan dengan menimbang residu dalam thimble sesudah ekstraksi berakhir dan sudah dikeringkan sampai berat konstan. Selisih bobot sampel sebelum diekstraksi dan bobot residu sesudah ekstraksi dan sudah dikeringkan merupakan lemak yang ada dalam bahan pangan. Keuntungan cara ekstraksi *goldfisch* adalah pelarut yang sudah dipakai dapat diperoleh kembali. Prosedur analisa kadar lemak adalah sebagai berikut;

- a. Penimbangan sampel sebanyak 5 g
- b. Sampel diletakkan dalam oven suhu 105°C selama 24 jam
- c. Kertas saring dan tali diletakkan dalam oven bersamaan dengan sampel.
- d. Setelah pembakaran, kertas saring dan tali dimasukkan ke dalam desikator dan sampel ditimbang sebanyak 2 g
- e. Kertas saring dan tali kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik
- f. Sampel dibungkus dengan kertas saring
- g. Pemasangan gelas piala yang telah diisi potroleum eter
- h. Pengaliran air pada kondensor dan naikan pemanas *goldfisch* sampai menyentuh gelas piala dan biarkan selama 3-4 jam
- i. Pemanas dimatikan dan sampel dikeluarkan
- j. Sampel dibakar dalam oven suhu 105°C sampai berat konstan
- k. Pendinginan sampel dalam desikator
- l. Penimbangan sampel dengan timbangan analitik. Rumus perhitungan kadar lemak adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{berat labu}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \dots \dots \dots (3.4)$$

Kadar protein (100%). Pengukuran kadar protein total dilakukan dengan metode Kjeldahl (Handajani dan Widodo, 2010). Penentuan kadar protein dapat ditentukan dengan menghitung total nitrogen dalam bahan. Prosedur penentuan total nitrogen dalam bahan dilakukan dengan mengikuti prosedur berikut;

- a. Sampel yang digunakan sebanyak 0.2-0.5 g sampel halus dan diletakkan ke dalam labu Kjeldahl 50 mL
- b. Penambahan larutan H₂SO₄ dan tablet Kjeldahl sebagai katalisator masing-masing 5 mL dan 2 g
- c. Pemanasan dalam ruang asam hingga sampel jernih dan tidak berwarna
- d. Sampel didinginkan lalu penambahan aquades sebanyak 50 mL, Zn sebanyak 1 g, dan NaOH 45% sebanyak 25 mL hingga bersifat basa

- e. Perlakuan destilasi hingga didapat destilat dalam erlenmeyer yang berisi HDI 0.1 N sebanyak 25 mL dan Phenolphthialin 1 % sebanyak 3 tetes sebagai indikator
 - f. Perlakuan destilasi dihentikan hingga volume erlenmeyer mencapai 60 mL
 - g. Perlakuan titrasi dengan larutan NaOH 0.1 N hingga larutan dalam erlenmeyer berwarna merah muda dan jernih dan pencatatan angka titrasi yang didapat
- Perhitungan total nitrogen dalam sampel dapat dilakukan dengan rumus berikut;

$$\% N = \frac{(mL NaOH \text{ blanko} - mL NaOH \text{ contoh})}{gram \text{ bahan} \times 10} \times N NaOH \times 14.008 \dots \dots \dots (3.5)$$

Persentase angka total nitrogen dapat digunakan untuk menghitung persentase protein dalam sampel, perhitungannya sebagai berikut;

$$\%P = \%N \times \text{faktor koreksi}$$

Kadar serat kasar, Kadar serat kasar dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar serat (\%)} = \frac{\text{Berat residu (serat)}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.6)$$

Kadar karbohidrat (%). penentuan karbohidrat yang paling mudah adalah melalui perhitungan kasar (*proximate analysis*) atau yang dikenal dengan *Carbohydrate by Difference*. Yang dimaksud dengan *proximate analysis* adalah suatu analisis dimana kandungan karbohidrat termasuk serat kasar diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan sebagai berikut

$$\text{Karbohidrat total (\%)} = 100\% - (\% \text{ air} + \% \text{ abu} + \% \text{ protein} + \% \text{ lemak} + \% \text{ serat kasar}) \dots \dots \dots (3.7)$$

adapun parameter yang digunakan sebagai indikator syarat mutu kualitas pakan menggunakan standarisasi SNI 01-4483-1998. Adapun standar mutu berdasarkan parameter SNI sebagai berikut:

Tabel 3. Indikator Standar Mutu Kualitas Pakan BSN (1998)

| Standar Mutu | Satuan | Nilai |
|---------------------------|--------------------|--------------|
| Kadar Air (Max) | % | 14 |
| Kadar Protein Kasar (Min) | % | 7.5 |
| Kadar Serat Kasar (Max) | % | 3 |
| Kadar Abu (Max) | % | 2 |
| Kadar Lemak (Min) | % | 3 |
| Aflatoksin (Max) | Ppb | 50 |
| Butir Pecah (Max) | % | 5 |
| Warna Lain (Max) | % | 5 |
| Benda Asing (Max) | % | 2 |
| Kepadatan (Min) | Kg/cm ³ | 700 |

2.5.10 Analisis Fisik Biji Jagung

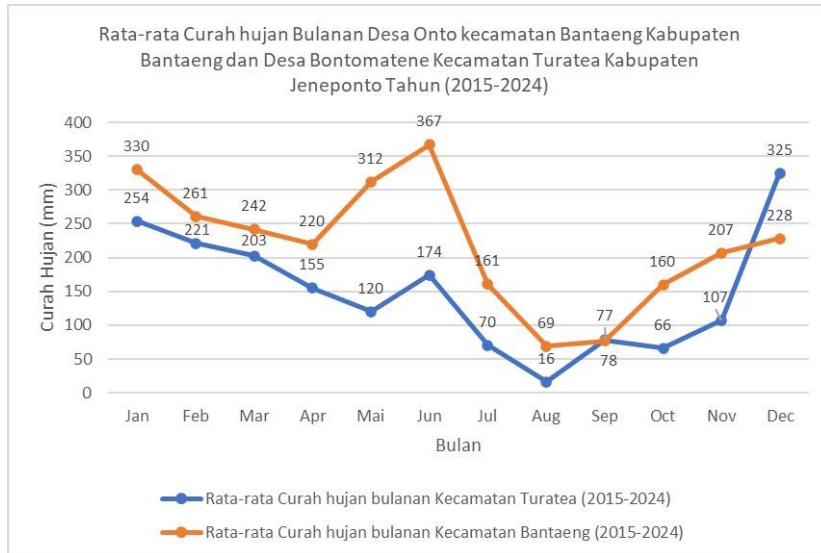
Analisis fisik biji jagung dilakukan untuk menilai mutu bahan baku pakan berdasarkan parameter fisik dan keamanan pangan yang telah ditetapkan dalam standar mutu jagung. Parameter yang diamati meliputi kadar air, cemaran aflatoksin, persentase butir pecah, serta keberadaan biji mati dan biji rusak. Pengujian parameter tersebut bertujuan untuk memastikan biji jagung memenuhi syarat kualitas dan aman untuk digunakan sebagai pakan serta layak untuk dianalisis lebih lanjut dalam pengujian kandungan nutrisi. Dokumentasi kegiatan analisis mutu fisik biji jagung disajikan pada (Lampiran 14) dan penjelasan lengkap tiap parameter sebagai berikut:

- Aflatoksin (Max):
 - Definisi: Aflatoksin adalah mycotoxin yang diproduksi oleh jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Kontaminasi aflatoksin pada biji jagung dapat terjadi jika biji disimpan dalam kondisi lembab dan hangat, yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan ternak.
 - Metode Pengujian: Pengujian aflatoksin dilakukan menggunakan High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) atau Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi aflatoksin dalam biji jagung.
 - Tujuan: Memastikan biji jagung bebas dari kontaminasi aflatoksin yang berbahaya bagi kesehatan. Aflatoksin yang tinggi dapat menurunkan kualitas biji jagung dan mengurangi nilai ekonominya.
- Butir Pecah (Max):
 - Definisi: Butir pecah merujuk pada biji jagung yang rusak atau terbelah, yang bisa terjadi akibat proses pengolahan atau transportasi yang tidak hati-hati.
 - Metode Pengujian: Butir pecah dihitung dengan cara memisahkan biji jagung yang rusak atau pecah dan membandingkannya dengan jumlah total biji dalam sampel.
 - Tujuan: Mengukur persentase biji yang rusak atau pecah untuk menilai kerusakan mekanis pada biji jagung. Butir pecah dapat mengurangi kualitas biji jagung, mempengaruhi kandungan nutrisi, dan mempermudah pertumbuhan mikroorganisme.
- Benda Asing (Max):
 - Definisi: Benda asing adalah material lain yang tidak diinginkan, seperti tanah, batu, atau sisa tanaman, yang tercampur dengan biji jagung.
 - Metode Pengujian: Pengujian dilakukan dengan memisahkan biji jagung dari benda asing dan menghitung jumlah benda asing yang ada dalam sampel.
 - Tujuan: Memastikan kebersihan biji jagung, karena benda asing dapat mengurangi nilai jual dan mengurangi kualitas biji jagung untuk pakan ternak atau konsumsi manusia.
- Warna Lain (Max):
 - Definisi: Warna lain merujuk pada biji jagung yang memiliki warna yang tidak sesuai dengan warna biji jagung normal, yang bisa mengindikasikan adanya kerusakan atau kontaminasi.
 - Metode Pengujian: Warna biji jagung dapat dinilai secara visual atau menggunakan colorimeter untuk mendapatkan hasil yang lebih objektif.
 - Tujuan: Memastikan bahwa biji jagung memiliki warna yang seragam dan konsisten, yang menunjukkan kematangan yang tepat dan kualitas biji yang baik. Warna yang tidak biasa dapat menunjukkan adanya kerusakan atau infeksi oleh jamur atau serangga.

2.5.11 Analisis Kondisi Iklim

Data yang analisis merupakan data yang bersumber dari data curah hujan bulanan

masing-masing titik lokasi penelitian dalam kurung waktu 10 tahun terakhir dimana ditemukan perbedaan curah hujan tahunan yang perbedaannya cukup signifikan dari kedua lokasi. Curah hujan rata-rata tahunan kedua lokasi penelitian dapat ditemukan pada (Gambar 2).



Gambar 2. Rata-rata curah hujan lokasi penelitian 10 tahun terakhir

2.5.12 Analisis karakteristik Tanah Tanah

Analisis data lanjutan dilakukan untuk mengetahui dan melakukan penilaian indeks kualitas tanah dari hasil uji tanah laboratorium. Metode yang digunakan dalam menstandarisasi serta membedakan faktor pembatas dan pembobotan relatif masing masing indikator kualitas tanah menggunakan data yang dikembangkan oleh (Balai penelitian dan pengembangan pertanian, Depatemen Pertanian, 2009). Yang di uraikan pada (Tabel 4).

Tabel 4. Parameter kimia tanah menurut Balai Penelitian Tanah (2009)

| Parameter Analisis | Sangat rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi | |
|--|---------------|-------------------|---------------|---------------------|----------------|-------|
| N total (%) | < 0,1 | 0,1-0,2 | 0,21–0,5 | 0,75 | > 0,75 | |
| P tersedia (ppm) | < 5 | 5-10 | 11-15 | 16-25 | > 25 | |
| K-dapat ditukar (cmol kg ⁻¹) | < 0,10 | 0,10-0,20 | 0,20- 0,50 | 0,60-1,00 | > 1,00 | |
| C-Organik (%) | < 1,00 | 1,00-2,00 | 2,01-3,00 | 3,01-5,00 | > 5,00 | |
| KTK | < 5 | 5-16 | 17-24 | 25-40 | >40 | |
| Sangat masam | Masam | Agak Masam | Netral | Agak Alkalis | Alkalis | |
| pH (H ₂ O) | < 4,5 | 4,5-5,5 | 5,6-6,5 | 6,6-7,5 | 7,6-8,5 | > 8,5 |

Sumber. Balai Penelitian Tanah (2009)

2.5.13 Analisa Data

Perhitungan Soil Quality Index (SQI)

Data hasil didapatkan dari analisis tanah di laboratorium kemudian digunakan untuk penilaian kualitas tanah. Pertama dilakukan pengkriteriaan faktor pembatas dan pembobotan relatif masing-masing indikator kualitas tanah berdasarkan perhitungan *Soil Quality Indeks* (SQI) Menurut Cude (2001):

$$SQI = \sum_{i=1}^N W_i \times S_i \dots\dots\dots(3.8)$$

Di mana W_i adalah bobot relatif setiap indikator dan memiliki nilai berkisar antara 0 dan 1, dan S_i adalah nilai setiap indikator tanah. W_i menyatakan *Component Score Coefficient* atau koefisien skor komponen (CSC) yang diperoleh dari hasil PCA. Karena indikator tanah memiliki skala dan satuan yang berbeda, nilai S_i distandarisasi menggunakan Persamaan.

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana z , x , \bar{x} dan σ masing-masing merujuk pada nilai standar, nilai indikator tanah, rata-rata indikator tanah, dan simpangan baku indikator tanah. Oleh karena itu, persamaan SQI berdasarkan *Principal Component* (PC) menjadi sebagai berikut:

$$SQI - PC = \sum_{i=1}^N CSC \times z \dots\dots\dots(3.10)$$

Penentuan Klasifikasi Soil Quality Index

Perhitungan Soil Quality Index (SQI) Menggubakan Principal Component Analysis (PCA)

Indeks kualitas tanah dilakukan dengan persamaan, sebagai berikut:

$$SQI-Pc1 = (C-O_{Wi1} \times C-O_Z) + (N_{Wi1} \times N_Z) + (P_{Wi1} \times P_Z) + (K_{Wi1} \times K_Z) + (KTK_{Wi1} \times KTK_Z) + (Pasir_{Wi1} \times Pasir_Z) + (Debu_{Wi1} \times Debu_Z) + (Liat_{Wi1} \times Liat_Z) + (pH_{Wi1} \times pH_Z) + (KA_{Wi1} \times KA_Z) + (BD_{Wi1} \times BD_Z) + (MFauna_{Wi1} \times MFauna_Z) \dots\dots\dots(3.11)$$

$$SQI-Pc2 = (C-O_{Wi2} \times C-O_Z) + (N_{Wi2} \times N_Z) + (P_{Wi2} \times P_Z) + (K_{Wi2} \times K_Z) + (KTK_{Wi2} \times KTK_Z) + (Pasir_{Wi2} \times Pasir_Z) + (Debu_{Wi2} \times Debu_Z) + (Liat_{Wi2} \times Liat_Z) + (pH_{Wi2} \times pH_Z) + (KA_{Wi2} \times KA_Z) + (BD_{Wi2} \times BD_Z) + (MFauna_{Wi2} \times MFauna_Z) \dots\dots\dots (3.12)$$

Perhitungan Comprehensive Soil Quality Index(CSQI)

Indeks kualitas tanah dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$CSQI = (SQI-PC1 \times Variability PC1) + (SQI-PC2 \times Variability PC2) / 2 \dots\dots\dots(3.13)$$

Penentuan Klasifikasi Soil Quality Index (Tabel 5)

Tabel 5. Klasifikasi Soil Quality Indeks

| Soil Quality Index | Nilai | Kelas |
|--------------------|-----------|-------|
| Sangat baik | 0,80-1 | 1 |
| Baik | 0,60-0,79 | 2 |
| Sedang | 0,35-0,59 | 3 |
| Rendah | 0,20-0,34 | 4 |
| Sangat Rendah | 0-0,19 | 5 |

Analisis korelasi Pearson dilakukan dengan menghitung nilai koefisien korelasi yang mengukur hubungan linier antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi Pearson (r) berkisar antara -1 hingga 1, Untuk tingkat keeratan dapat dideskripsikan sebagai berikut:

| Interval Koefisien | Keeratan korelasi |
|--------------------|-------------------|
| 0.00 - 0.20 | Sangat Lemah |
| 0.21 - 0.40 | Lemah |
| 0.41 - 0.70 | Moderate/Sedang |
| 0.71 - 0.90 | Kuat |
| 0.91 - 0.99 | Sangat Kuat |
| 1 | Korelasi Sempurna |