

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Cisayong, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan beberapa pertimbangan diantaranya Kecamatan Cisayong merupakan salah satu wilayah yang melakukan usahatani padi organik dan sudah pernah mendapatkan sertifikasi dari lembaga internasional yaitu *Institute for Marketecology* (IMO) pada tahun 2009 dan lembaga nasional seperti *Inofice*. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga Juli 2026. Waktu penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Penelitian

Tahapan Kegiatan	Tahun 2025-2026								
	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
Perencanaan Penelitian									
Penulisan dan bimbingan proposal penelitian									
Seminar Usulan Penelitian									
Revisi seminar usulan penelitian									
Pengambilan Data									
Analisis Data									
Penulisan Hasil Penelitian									
Seminar Kolokium									
Sidang Akhir Skripsi									

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Metode survei menurut Sugiyono (2022) merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari tempat tertentu yang bersifat alamiah, misalnya dengan membagikan kuesioner, tes, dan wawancara terstruktur serta hasil penelitian cenderung digeneralisasikan pada populasi dimana sampel tersebut diambil. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang

merupakan salah satu metode dengan suatu rumusan masalah yang memadu peneliti untuk mengeksplorasi atau memotret situasi sosial yang akan diteliti secara menyeluruh, luas, dan mendalam (Abdulloh dkk., 2022).

3.3 Teknik Penarikan Sampel

Teknik penarikan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sampling jenuh atau sensus. Sampling jenuh merupakan teknik penentuan sampel jika semua anggota populasi digunakan sebagai sampel (Sugiyono, 2022). Sampel dalam penelitian ini adalah petani padi organik di Kecamatan Cisayong yang memiliki pengalaman usahatani minimal dua tahun. Jumlah sampel dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Sampel Petani Padi Organik di Kecamatan Cisayong

No	Nama Desa	Kelompok Tani	Jumlah (orang)
1.	Cisayong	Wangunsari	5
2.	Sukasetia	Mekarjayahurip	4
3.	Santanamekar	Tunas Harapan	10
4.	Mekarwangi	Cidahu	11
5.	Sukaraharja	Tunas Harapan Sakumna	2
6.	Purwasari	Patenwangi	1
Jumlah			33

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Berdasarkan Tabel 3. terdapat 33 petani padi organik dan tergabung dalam 6 kelompok tani yang dijadikan sampel dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan petani tersebut memiliki pengalaman dalam menerapkan usahatannya minimal dua tahun. Jangka waktu tersebut didasarkan pada acuan masa konversi untuk tanaman semusim.

3.4 Jenis dan Teknik Pengambilan Data

Pengumpulan data dalam suatu penelitian merupakan hal yang penting karena dapat mempengaruhi kualitas dan hasil penelitian (Sugiyono, 2022). Data yang digunakan dalam penelitian menggunakan data primer dan data sekunder.

- 1) Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari responden atau petani dan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Cisayong.
- 2) Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari studi literatur seperti jurnal, buku dan instansi yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan antara lain Statistik Pertanian Organik Indonesia (SPOI), Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat, dan BPP Kecamatan Cisayong serta studi literatur yang berkaitan dengan penelitian.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang menggunakan daftar pertanyaan untuk mengetahui penjelasan yang lebih mendalam. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara memberikan beberapa pertanyaan kepada petani padi organik.
- 2) Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2022).
- 3) Observasi merupakan cara atau mekanisme pengumpulan data melalui proses pencatatan dari hasil pengamatan terhadap perilaku subjek (orang), objek (benda), ataupun kejadian tertentu tanpa ada kegiatan komunikasi dengan pihak yang diteliti (responden). Pada pendekatan kuantitatif observasi yang dilakukan peneliti bersifat pasif, dengan melakukan pengamatan secara langsung tanpa ada kegiatan komunikasi dengan pihak yang diteliti (Dwiastuti, 2017).

3.5 Definisi dan Operasional Variabel

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2022). Operasionalisasi variabel berfungsi untuk mengarahkan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini pada indikator-indikatornya secara konkret yang digunakan untuk membahas hasil penelitian. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kesalahan dari persepsi dan pemahaman terhadap variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian. Adapun definisi operasionalisasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Keberlanjutan merupakan suatu kemampuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengurangi dan mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan.
- 2) Padi Organik merupakan padi yang dibudidayakan menggunakan metode pertanian organik.
- 3) Petani Padi Organik merupakan pelaku usahatani yang menerapkan sistem budidaya padi yang sesuai dengan standar pertanian organik.

- 4) Dimensi merupakan aspek-aspek yang harus selalu diperhatikan dalam melakukan usahatani padi organik di Kecamatan Cisayong.
- 5) Dimensi Ekologi merupakan dimensi keberlanjutan yang berkaitan dengan penerapan teknik pertanian yang dilakukan oleh petani padi organik di Kecamatan Cisayong untuk memperhatikan pengelolaan kualitas lingkungan yang berkelanjutan.
- 6) Dimensi Ekonomi merupakan dimensi keberlanjutan yang berkaitan dengan kemampuan petani padi organik dalam mengakses pasar untuk mendapatkan dan meningkatkan pendapatan disertai dengan efisiensi pengeluarannya agar tercapainya keuntungan yang optimal dan berkelanjutan untuk jangka panjang.
- 7) Dimensi Sosial Budaya merupakan dimensi keberlanjutan yang berkaitan dengan kesejahteraan dan kebiasaan yang selalu diterapkan oleh petani padi organik yang dipengaruhi oleh tingkat partisipasi petani serta nilai-nilai lokal yang berlaku di daerah setempat.
- 8) Dimensi Teknologi/Infrastruktur merupakan dimensi keberlanjutan yang berkaitan dengan kemampuan teknis dalam mengelola usahatani padi organik dan fasilitas fisik yang mendukung praktik berkelanjutan.
- 9) Dimensi Kelembagaan merupakan dimensi keberlanjutan yang berkaitan dengan kinerja lembaga penunjang mulai dari kebijakan, organisasi, tata kelola, dan koordinasi antar lembaga yang mendukung praktik berkelanjutan.
- 10) Atribut merupakan indikator-indikator yang dapat mempengaruhi keberlanjutan dengan tujuan menjelaskan dan menilai keberlanjutan pada setiap dimensi (ekologi, ekonomi, sosial budaya, teknologi/infrastruktur, dan kelembagaan).
- 11) Analisis Tingkat Keberlanjutan merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui nilai indeks keberlanjutan untuk dimensi secara keseluruhan yang menjelaskan keberlanjutan usahatani padi organik di Kecamatan Cisayong.
- 12) Analisis Status Keberlanjutan merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui nilai indeks keberlanjutan dan indikator yang paling *sensitive* untuk setiap dimensi yang menjelaskan keberlanjutan usahatani padi organik di Kecamatan Cisayong.
- 13) Analisis *Rap Ordinations* merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui nilai indeks keberlanjutan.

14) Analisis *Leverage* merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui atribut yang menjadi pengungkit keberlanjutan ditentukan berdasarkan nilai *Root Mean Square* (RMS) terbesar.

15) Analisis *Monte Carlo* merupakan analisis yang digunakan untuk mengevaluasi efek kesalahan acak pada sebuah proses dan memperkirakan nilai benar dari analisis statistik yang telah dilakukan.

Operasionalisasi variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Operasionalisasi Variabel

Variabel	Indikator	Skala	Skor
Dimensi Ekologi	Kesesuaian lahan untuk budidaya tanaman padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat tidak sesuai 2 = Tidak sesuai 3 = Sesuai 4 = Sangat sesuai
	Kesuburan lahan	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Penggunaan pupuk organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat tidak sesuai 2 = Tidak sesuai 3 = Sesuai 4 = Sangat sesuai
	Ketersediaan air	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Pemanfaatan limbah Pertanian	Ordinal (1-4)	1 = Sangat rendah 2 = Rendah 3 = Tinggi 4 = Sangat tinggi
	Zonasi lahan padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Intensitas serangan hama	Ordinal (1-4)	1 = Sangat berat 2 = Berat 3 = Ringan 4 = Sangat ringan
	Intensitas serangan penyakit	Ordinal (1-4)	1 = Sangat berat 2 = Berat 3 = Ringan 4 = Sangat ringan
	Pengendalian sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT)	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Alih fungsi lahan pertanian	Ordinal	1 = Sangat tinggi

Variabel	Indikator	Skala	Skor
		(1-4)	2 = Tinggi 3 = Rendah 4 = Sangat rendah
Dimensi Ekonomi	Produktivitas padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat rendah 2 = Rendah 3 = Tinggi 4 = Sangat tinggi
	Ketersediaan permodalan untuk melakukan usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Kejadian gagal panen	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Luas kepemilikan lahan	Ordinal (1-4)	1 = Sangat sempit 2 = Sempit 3 = Luas 4 = Sangat luas
	Penjualan padi organik	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Kontribusi pendapatan	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Biaya produksi	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Harga jual Gabah Kering Giling (GKG)	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Kemudahan akses pasar padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat sulit 2 = Sulit 3 = Mudah 4 = Sangat mudah
	Ketersediaan tenaga kerja	Ordinal (1-4)	1 = Sangat sulit 2 = Sulit 3 = Mudah 4 = Sangat mudah
Dimensi Sosial Budaya	Tingkat penyerapan tenaga kerja dari kegiatan usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi

Variabel	Indikator	Skala	Skor
	Tingkat kesadaran petani terhadap pangan sehat	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Gotong royong antarpetani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Pola komunikasi antarpetani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Motivasi petani dalam melakukan usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Partisipasi keluarga dalam kegiatan usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Konflik antarpetani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Pendidikan formal petani padi organik	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Kesesuaian dengan budaya setempat	Ordinal (1-4)	1 = Sangat tidak sesuai 2 = Tidak sesuai 3 = Sesuai 4 = Sangat sesuai
	Alokasi waktu untuk usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1= Sangat rendah 2= Rendah 3= Tinggi 4= Sangat tinggi
	Tindakan penggunaan benih varietas unggul	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
Dimensi Teknologi/ Infrastruktur	Teknik pengolahan lahan	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Kondisi jalan usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik

Variabel	Indikator	Skala	Skor
	Ketersediaan UPPO (Unit Pengolahan Pupuk Organik)	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Adaptasi terhadap perkembangan teknologi budidaya padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Kondisi saluran irigasi untuk usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Teknik pemanenan padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Teknik penggilingan padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Penggunaan teknologi digital pemasaran padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Kemudahan mengakses informasi budidaya padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Kemitraan dalam pemasaran padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
Dimensi Kelembagaan	Koordinasi antarinstansi terkait	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Aksesibilitas lembaga keuangan	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Perlindungan terhadap harga padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Subsidi pemerintah untuk pupuk organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik

Variabel	Indikator	Skala	Skor
	Keberadaan Unit Pengelola Jasa Alsintan (UPJA)	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Peranan kelompok tani dalam usahatani padi organik	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Intensitas pendampingan tenaga penyuluh	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Peran penyuluh pertanian	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik
	Keikutsertaan dalam mengikuti penyuluhan	Ordinal (1-4)	1 = Sangat buruk 2 = Buruk 3 = Baik 4 = Sangat baik

3.6 Kerangka Analisis

Tingkat dan status keberlanjutan usahatani padi organik di Kecamatan Cisayong dianalisis dengan menggunakan pendekatan teknik Multidimensional Scaling dan *Rapid Appraisal for Fisheries* (MDS/RAPFISH) yang akan dimodifikasi menjadi *Rapid Appraisal for Organic Rice* (RAP-OR) yang disesuaikan dengan konteks masalah yang diteliti tanpa mengubah prinsip metodologis dari *software* RAPFISH.

Prinsip dasar penggunaan metode analisis RAPFISH menurut Pitcher (1999) dalam Yusuf dkk., (2021) adalah sebagai berikut:

1. Case (*unit*) yang dikaji atau dianalisis adalah bersifat multivariate dan multidisiplin, dalam artian multi variabel atau multi atribut serta multi aspek. penelitian ini menganalisis berdasarkan 5 dimensi keberlanjutan yang meliputi dimensi ekologi, ekonomi, sosial budaya, teknologi/infrastruktur, dan kelembagaan.
2. Skoring (penskalaan) pada setiap atribut dapat berupa data yang bersifat metrik, non-metrik ataupun campuran (*mixture of binary*). Sebaiknya data yang digunakan mengikuti referensi yang telah baku ataupun hasil penelitian sebelumnya.

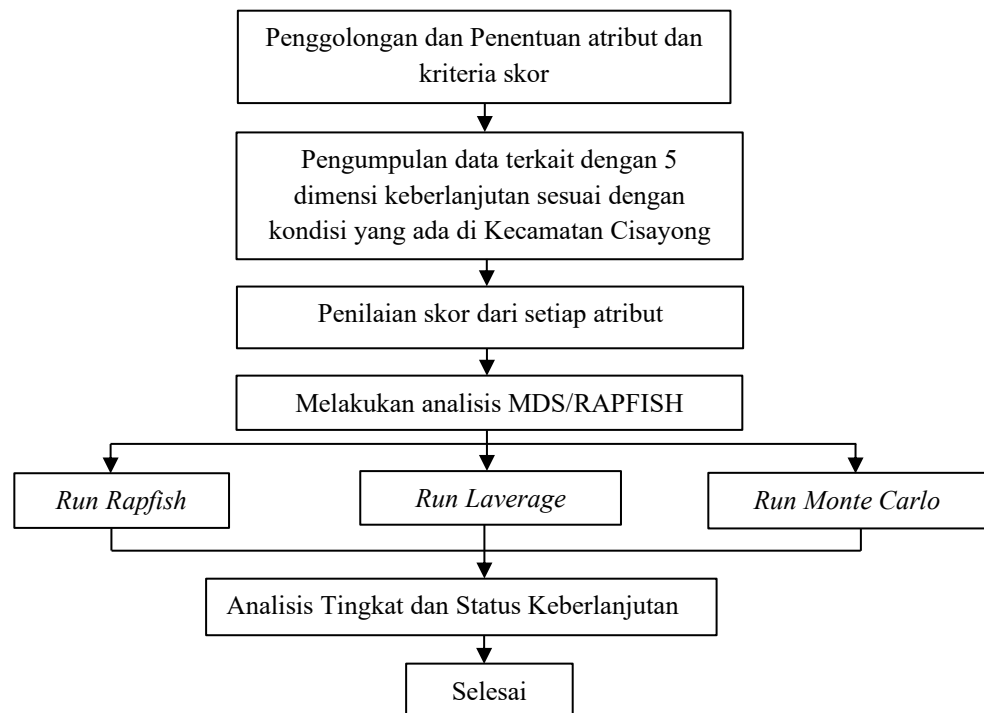
3. Menentukan kondisi terbaik "*good*" dan terburuk "*bad*" dari *skoring* untuk setiap atribut. Atribut yang tidak jelas berhubungan atau berkaitan dengan keberlanjutan aspek yang dikaji, sebaiknya dibuang atau dihilangkan di awal. Penyusunan atribut didasarkan pada hukum penyusunan variabel.
4. Normalnya terdapat 6 sampai 12 atribut untuk setiap aspek yang dikaji, namun dapat saja terjadi kurang dari 6 atau lebih dari 12 atribut. Atribut yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 10 atribut untuk setiap dimensi.
5. Penskalaan (*skoring*) dapat bersifat *favorable* ataupun *unfavorable* yang dimulai dari 0 hingga 2 atau 3 atau 0 hingga 5 atau sampai 10. Jarak *skoring* yang terlalu rapat atau terlalu jarang dapat menyebabkan ambigu dalam penilaiannya. Penelitian ini menggunakan 1 hingga 4 skala dengan prinsip *favorable* yang merupakan prinsip penskalaan yang bersifat searah antara sifat kualitatifnya dengan nilai kuantitatifnya.

Setelah menentukan prinsip dasar tahapan selanjutnya yaitu menentukan matriks *reference* dan *anchor*. *Reference* dan *anchor* merupakan batasan (*boundaries*) data yang didasarkan pada skoring (*Good-Bad*) dari setiap unit yang dianalisis dan atributnya. Terdapat empat kondisi *reference* dalam *software* RAPFISH yang terdiri dari kondisi *good*, kondisi *bad*, kondisi *up* dan kondisi *down*.

Anchor merupakan batasan-batasan jarak antara objek sehingga membentuk lingkaran penuh dengan pola cermin terbalik. Terdapat dua pendekatan dalam penyusunan *anchor* yaitu:

1. Jumlah *anchor* adalah 2 x atribut
2. Jumlah *anchor* adalah 2 x atribut - *reference*

Anchor point yang berhimpit dengan referensi berada pada titik 0 persen (*bad*) dan 100 persen (*good*) pada skala horizontal, pada titik lebih dari 50 persen (*up*) dan titik kurang dari 50 (*down*) pada skala vertikal (Pitcher & Preikshot, 2001). *Anchor point* lainnya tersebar melingkar utuh di atas (*up*) dan dibawah (*down*) sumbu x yang berfungsi untuk mengunci (*boundaries*) *output* analisis terhadap indeks ordinasi. Tahapan alur dari analisis RAPFISH dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan Analisis RAPFISH

3.6.1 Analisis Tingkat Keberlanjutan

Analisis tingkat keberlanjutan usahatani padi organik di analisis melalui RAPFISH *ordination* secara multidimensi dan masing-masing dimensi keberlanjutan. Hasil analisis berupa nilai indeks keberlanjutan, sedangkan nilai indeks keberlanjutan secara multidimensi dikategorikan berdasarkan status keberlanjutan. Kemudian, dilakukan analisis *Monte Carlo* untuk mengetahui kestabilan nilai ordinasi dan pengujian nilai *STRESS* serta koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui tingkat ketepatan model yang dianalisis. Pada akhirnya hasil indeks keberlanjutan setiap dimensi tersebut divisualisasikan dalam bentuk diagram layang (*kite diagram*).

3.6.2 Analisis Status keberlanjutan

Analisis status keberlanjutan usahatani padi organik juga dianalisis melalui RAPFISH *ordination* untuk menggambarkan posisi indeks keberlanjutan dan kategori status keberlanjutan pada masing-masing dimensi. Selanjutnya, dilakukan analisis *leverage* untuk mengetahui atribut sensitif yang paling mempengaruhi terhadap nilai keberlanjutan pada setiap dimensi. Selain itu, analisis *Monte Carlo* juga digunakan untuk melihat kestabilan hasil ordinasi melalui pola penyebaran titik (*scatter plot*) antara hasil RAPFISH *ordination* dan *Monte Carlo*.

1) RAPFISH Ordination

RAPFISH *ordination* merupakan *output* aplikasi *software* RAPFISH yang menggambarkan indeks keberlanjutan. Nilai indeks keberlanjutan berkisar antara 0 hingga 100 persen, yang digambarkan dari 2 sumbu (sumbu x dan sumbu y). Indeks 0 persen dinyatakan dengan skala terburuk (*bad*) dan indeks 100 persen dinyatakan skala terbaik (*good*). Teknik ordinasi atau penentuan jarak antar titik-titik atau objek di dalam aplikasi MDS/RAPFISH, didasarkan pada teknik *Euclidean Distance* yang dalam ruang yang berdimensi "n" dapat ditulis sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(|x_1 - x_2|^2 + |y_1 - y_2|^2 + |z_1 - z_2|^2 + \dots)}$$

Keterangan :

d : Jarak *euclidean* antara kondisi yang dianalisis dengan kondisi *reference*

x_1, y_1, z_1 : Nilai atribut keberlanjutan dari sistem yang sedang dianalisis

x_2, y_2, z_2 : Nilai atribut dari kondisi *reference*

Terdapat tiga teknik RAPFISH menurut Fauzi & Anna (2005) yang digunakan untuk meregresikan persamaan di atas yaitu metode *least square* (KRYST), metode ASCAL atau *Euclidean Distance (Squared Distance)*, dan metode *Maximum Likelihood*. Metode yang paling sesuai untuk teknik RAPFISH adalah metode ASCAL karena mudah tersedia hampir pada setiap *software* statistika. Hal ini sesuai dengan Alder *et al.*, (2000) bahwa metode ASCAL mengoptimisasi jarak kuadrat terhadap data kuadrat. Pada tiga dimensi ditulis dalam formula yang disebut *S-Stress* dengan rumus sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \left[\frac{\sum_i \sum_j (d_{ijk}^2 - o_{ijk}^2)^2}{\sum_i \sum_j o_{ijk}^4} \right]}$$

Keterangan :

S : nilai *S-Stress* (Tingkat Keakuratan Pemetaan)

m : jumlah atribut yang digunakan dalam analisis

d_{ijk} : jarak antara titik i dan j dalam hasil pemetaan

o_{ijk} : jarak antara titik i dan j sebelum pemetaan, pada dimensi k

Jarak kuadrat merupakan jarak *Euclidean* yang dibobot, dengan persamaan berikut:

$$d_{ijk}^2 = \sum_{a=1}^r w_{ka} (x_{ia} - x_{ja})^2$$

Keterangan	:
d_{ijk}	: jarak <i>euclidean</i> antara penduga dan titik asal
r	: jumlah dimensi
W_{ka}	: bobot atribut dari dimensi
X_{ia}	: nilai atribut pada titik penduga
X_{ja}	: nilai atribut pada titik asal
$\sum_{a=1}^r$	: penjumlahan dari semua dimensi

Jarak titik pendugaan dengan titik asal menjadi sangat penting karena mendasari pentingnya nilai *stress* untuk menggambarkan *Goodness of Fit* dalam teknik MDS. *Goodness of Fit* menyatakan tingkat kesesuaian (*fit*) model penelitian dengan model ideal atau model yang sesungguhnya. RAPFISH *Ordination* menunjukkan indeks keberlanjutan yang berkisar antara 0 hingga 100 persen yang diplot pada dua sumbu orthogonal.

Sumbu horizontal adalah skala indeks mulai dari titik 0 hingga 100 persen yang menunjukkan level atau tingkat keberlanjutan. Skala vertikal menggambarkan kedudukan unit analisis yang bersumber dari ordinasi skor, yang tidak terkait atau tidak mempengaruhi nilai atau indeks tersebut terhadap keberlanjutan. Hal tersebut dikarenakan prinsip diagram ordinasi tersebut adalah bersifat cermin kebalikan (*revers mirror*), yakni posisi atau kedudukan pada bagian *up* (+) atau bagian *down* (-) adalah sama. Deskripsi indeks ordinasi yang dihasilkan dapat ditafsirkan dalam empat kategori status keberlanjutan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori Status Keberlanjutan

Nilai Indeks	Kategori	Deskripsi
0-25	Buruk	Tidak Berkelanjutan
25,01-50	Kurang	Kurang Berkelanjutan
50,01-75	Cukup	Cukup Berkelanjutan
75,01-100	Baik	Berkelanjutan

Sumber: Yusuf dkk., (2021)

Penggambaran tingkat keberlanjutan dari dimensi secara keseluruhan akan dibentuk dalam diagram *trade off*. Diagram *trade off* merupakan penggambaran teori kesetimbangan (*balanced theory*) tingkat keberlanjutan dari setiap dimensi yang dikaji dan dipertimbangkan dalam bentuk diagram layang-layang (*kite diagram*) (Yusuf dkk., 2021).

2) Analisis Leverage

Leverage of attributes merupakan *output* dari *software* RAPFISH yang menunjukkan variabel yang menjadi pengungkit keberlanjutan atau atribut yang *sensitive* terhadap keberlanjutan. Ketika atribut dikeluarkan satu per satu maka

leverage akan menunjukkan perubahan ordinasi posisi (*bad-good*). Jadi, jika status dari atribut tersebut benar-benar mencerminkan status unit yang di nilai, maka atribut tersebut kurang lebih akan berkontribusi terhadap hasil akhir. Dalam RAPFISH, nilai *leverage* umumnya berada pada kisaran 2 persen hingga 6 persen, yang diukur berdasarkan perubahan *Root Mean Square* (RMS).

Kriteria penentuan atribut utama atau yang paling sensitif menurut Yusuf dkk., (2021) dapat dilakukan melalui tiga pendekatan sebagai hukum atau *rules* penetapan *leverage of attributes* (atribut sensitif) dengan mengacu pada teorema umum maupun teori ilmiah yang terdiri dari:

1. Hukum nilai ekstrim atau bar ekstrim, merupakan atribut yang memiliki nilai RMS yang cukup atau sangat signifikan dibandingkan dengan nilai RMS dari atribut lainnya. Metode ini didasarkan pada prinsip hukum nilai ekstrim dari suatu fungsi. Nilai ekstrim merupakan nilai maksimum dan minimum dari suatu fungsi pada selang tertentu.
2. Hukum nilai tengah, merupakan hukum dimana atribut pengungkit utama ditetapkan berdasarkan nilai diatas nilai rata-rata variabel atau atribut. Hukum ini mengasumsikan bahwa atribut pengungkit akan muncul lebih dari satu atribut dan dianggap lebih moderat dibandingkan dengan hukum bar atau nilai ekstrim.
3. Hukum pareto optimum, merupakan hukum penetapan atribut pengungkit yang didasarkan pada hukum pareto (*ley de pareto*). Secara sederhana hukum pareto menyebutkan bahwa suatu sistem selalu memiliki persentase terkecil (20 persen) penyebab utama yang dapat mempengaruhi (80 persen) dampak yang terjadi. Hukum pareto optimum ditunjukkan dengan diagram pareto yang menunjukkan kontribusi atribut berdasarkan urutan besaran nilai persentase.

3.6.3 Analisis *Monte Carlo*

Analisis *Monte Carlo* merupakan metode simulasi statistik untuk mengevaluasi efek kesalahan acak pada sebuah proses dan memperkirakan nilai "benar" dari statistik *of interest* (Kavanagh & Pitcher, 2004). Selain memperkirakan posisi atau kedudukan ordinasi RAPFISH prosedur *Monte Carlo* juga berfungsi untuk:

1. Mengetahui efek kesalahan penilaian yang disebabkan oleh pengetahuan yang tidak utuh (tidak lengkap) tentang studi yang dikaji atau kesalahpahaman tentang atribut RAPFISH dan pedoman penilain.
2. Efek variasi penilaian karena perbedaan pendapat atau penilaian oleh orang yang berbeda.
3. Stabilitas metode MDS untuk keberhasilan berturut-turut (kualitas *anchors* dan stabilisasi *reference*).
4. Konvergensi yang tidak lengkap (nilai *STRESS* tinggi).
5. Kesalahan entri data atau data yang hilang.
6. Solusi ambigu (dibalik atau diputar).

Terdapat dua parameter pendekatan yang dapat digunakan pada analisis *Monte Carlo*, untuk metode kualitatif maupun kuantitatif:

1. Kesalahan normal (*gaussian*) dengan interval kepercayaan 95 persen yang ditentukan peneliti dan dinyatakan sebagai persentase dari rentang skor atribut penuh untuk setiap atribut. Metode ini merupakan metode kuantitatif yaitu dengan melihat selisih atau perbedaan antara nilai *Monte Carlo* dengan nilai ordinasi keberlanjutan yang dihasilkan dari RAPFISH *Analysis*. Mengacu pada interval dengan tingkat kepercayaan 95 persen, maka selisih nilai maksimum keduanya adalah 5 persen.
2. Distribusi Kesalahan Segitiga Asimetris yang ditunjukkan dari *scatter plot*. Metode ini merupakan metode kualitatif yaitu dengan melihat sebaran atau distribusi pengacakan (iterasi) dengan melihat apakah mengumpul atau menyebar. Apabila distribusi sebaran ordinasi *Monte Carlo* tersebut mengumpul maka dapat dinyatakan bahwa tingkat kesalahan relatif kecil atau model cukup baik (*valid*) dan sebaliknya, apabila *scatter plot* menunjukkan distribusi titik ordinasi dari sekian pengulangan (umumnya 30 kali iterasi) menyebar, maka dapat dinyatakan kurang *valid* atau terjadi kesalahan yang relatif besar. Hal tersebut dapat terjadi karena kesalahan skoring atau faktor lain.

Setelah nilai *Monte Carlo* didapatkan, tahapan selanjutnya adalah melakukan validasi model dengan melakukan perbandingan pada nilai indeks MDS melalui nilai *A lack of Fit Measure (STRESS)* dan *R-Square (R^2)*. Nilai *STRESS* digunakan untuk melihat apakah model yang kita gunakan mendekati keadaan yang

sebenarnya atau tidak. Nilai *STRESS* dimaknai sebagai ukuran kesalahan yaitu semakin kecil nilai *STRESS*, maka semakin kecil *error* antara jarak dan nilai kemiripan dari ruang yang disajikan. Berikut merupakan formula estimasi nilai *STRESS*:

$$STRESS = \left[\frac{\sum_{j=0}^n \sum_{i=1}^n (\delta_{ij} - \zeta_{ij})^2}{\sum_{j=0}^n \sum_{i=i}^n \delta_{ij}^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan :

n : jumlah unit yang dianalisis

δ_{ij} : jarak *euclidean* asli antara titik i dan j dalam ruang tinggi dimensi

ζ_{ij} : jarak perkiraan antara titik i dan j di ruang dimensi lebih rendah

$\sum_{i=0}^n \sum_{i=0}^n$: penjumlahan seluruh pasangan unit yang dibandingkan

Nilai *STRESS* merupakan ukuran ketidakcocokan (*a lack of fit measure*) antara model (hasil pengukuran) dengan data sesungguhnya. Nilai *STRESS* yang mendekati 0 maka model yang akan dihasilkan semakin mirip dengan keadaan yang sesungguhnya karena tekanannya rendah. Sebaliknya, jika nilai *STRESS* mendekati 1 maka model semakin buruk karena tekanannya semakin besar. Menurut Kavanagh (2001) nilai *STRESS* yang dapat ditolerir adalah sebesar lebih dari 20 persen. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Young (1999) dalam Yusuf dkk., (2021) yang mengkategorikan nilai *STRESS* dalam 5 (lima) kelas untuk mendeteksi kelayakan model yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori Nilai *STRESS*

<i>Stress Value (%)</i>	Kriteria
0-2,5	Sempurna
2,5-5,0	Sangat Bagus
5,0-10,0	Baik
10,0-20,0	Cukup
>20,0	Kurang

Sumber: Yusuf dkk., (2021)

R-Square (R^2) atau koefisien determinasi merupakan kuadrat dari koefisien korelasi yang menunjukkan proporsi varian dari optimalisasi penskalaan data yang dimasukkan pada prosedur penskalaan multidimensional dan merupakan ukuran kecocokan atau ketepatan (*goodness of fit measure*). Nilai R^2 digunakan untuk mengetahui kedekatan antara data dengan *perceptual map* apakah data terpetakan dengan baik atau tidak. Rumus nilai R^2 menurut Sain dkk., (2022) adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i,j}^n (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i,j}^n (d_{ij} - \underline{d}_{ij})^2}$$

Keterangan :

- $\sum_{i,j}^n$: penjumlahan seluruh pasangan unit yang dibandingkan
- d_{ij} : jarak *euclidean* asli antara titik i dan j
- $\hat{d}_{ij}$: jarak perkiraan antara titik i dan j
- $\underline{d}_{ij}$: jarak rata-rata pada peta ($\frac{\sum_{i,j}^n d_{ij}}{n}$)

Nilai R^2 berkisar antara 0 hingga 1 dan apabila dinyatakan dalam persentase maka antara 0 hingga 100 persen. Jika nilai R^2 semakin mendekati 1 atau 100 persen maka data yang ada semakin terpetakan dengan sempurna karena semakin tinggi nilai R^2 , maka semakin baik model tersebut dalam menjelaskan varians data. Pada umumnya nilai R^2 yang baik bernilai lebih dari 80 persen, namun dalam beberapa kondisi nilai R^2 diatas 50 persen dianggap masih dapat diterima (Yusuf dkk., 2021).