

BAB III

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian evaluatif dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Penelitian evaluatif merupakan evaluasi program, untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi suatu usaha, proyek dan aktivitas tertentu. Hasil penelitian evaluatif dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk meningkatkan kualitas dari suatu usaha, proyek dan aktivitas tersebut (Bungin, 2018). Dalam penelitian ini penelitian evaluatif digunakan untuk menilai tingkat keberlanjutan Usaha Tahu MTB di Kota Padang berdasarkan 4 dimensi keberlanjutan, yaitu: lingkungan, ekonomi, sosial, dan teknologi.

Pendekatan evaluatif digunakan karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kondisi usaha Tahu MTB di Kota Padang dapat ini dikategorikan berkelanjutan atau tidak, serta mengevaluasi aspek-aspek mana yang menjadi penentu utama dalam keberlanjutan tersebut. Penelitian ini tidak hanya menggambarkan kondisi saat ini, tetapi juga memberikan penilaian kinerja keberlanjutan berdasarkan kriteria tertentu.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Rapid Appraisal for Sustainability* (RAPs) berbasis *Multidimensional Scaling* (MDS) untuk mengevaluasi tingkat keberlanjutan. Analisis data dilakukan menggunakan MDS-RAPs dengan bantuan perangkat lunak Rapfish berbasis Excel, yang menggunakan data skoring responden pada setiap atribut. (Yusuf et al., 2021).

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Usaha Pembuatan Tahu MTB di Kota Padang. Lokasi ini dipilih secara purposif karena terdapat aktivitas pembuatan tahu yang aktif, pengelolaan limbah produksi yang belum optimal, serta rendahnya adopsi teknologi produksi yang ramah lingkungan. Kondisi ini berdampak pada ketidakseimbangan dimensi ekonomi, lingkungan, sosial, dan teknologi, sehingga menjadikan usaha pembuatan

tahu MTB relevan untuk dikaji dalam analisis bisnis berkelanjutan. Waktu pelaksanaan penelitian direncanakan selama 6 bulan, mencakup tahap persiapan, pengumpulan data, analisis, dan penyusunan laporan akhir.

3. Populasi dan Sampel

3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pihak yang terlibat langsung maupun memiliki kompetensi dan kewenangan dalam menilai keberlanjutan usaha pembuatan tahu MTB di Kota Padang. Populasi mencakup unsur pengelola usaha, tenaga kerja, serta aparatur pemerintah yang memiliki fungsi pengawasan dan pembinaan lingkungan hidup.

Populasi terdiri dari 1 orang pemilik usaha yang berperan sebagai pengelola utama dan penanggung jawab operasional, pengambilan keputusan, serta keberlanjutan usaha, 26 orang karyawan yang terlibat langsung dalam seluruh rangkaian proses produksi harian mulai dari pengolahan bahan baku hingga distribusi produk, serta 25 orang responden pakar yang berasal dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang Bidang Pengawasan dan Penegakan Hukum Lingkungan (P2HL). Responden pakar tersebut terdiri atas 1 orang Kepala Bidang P2HL, 1 orang Pengawas Lingkungan Hidup, 1 orang Pengendali Lingkungan Hidup, 2 orang Penyuluh Lingkungan Hidup, dan 20 orang staf.

Keterlibatan seluruh unsur tersebut dimaksudkan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif, objektif, dan berimbang mengenai kondisi keberlanjutan usaha, baik dari sisi operasional, sosial, ekonomi, maupun lingkungan, sehingga hasil analisis yang diperoleh memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang lebih kuat. Dengan demikian, jumlah keseluruhan populasi dalam penelitian ini adalah 52 orang.

3.2 Sampel

Penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik sampel jenuh (sensus), yaitu seluruh anggota populasi dijadikan sebagai

responden penelitian. Teknik ini dipilih karena jumlah populasi relatif terbatas dan memungkinkan peneliti untuk menjangkau seluruh responden, sehingga data yang diperoleh lebih lengkap, akurat, dan representatif dalam menggambarkan kondisi nyata objek penelitian. Dengan menggunakan teknik sensus, seluruh 52 orang responden yang terdiri dari pemilik usaha, karyawan, serta aparatur Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang Bidang Pengawasan Penegak Hukum Lingkungan (P2HL) dijadikan sebagai sampel penelitian.

4. Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder, dengan penjelasan sebagai berikut:

4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung dari responden di lapangan untuk memperoleh informasi yang aktual dan relevan dengan tujuan penelitian (Sulistyawati, 2023). Pengumpulan data primer dilakukan melalui: Angket (kuisisioner tertutup) kepada pemilik usaha, karyawan dan respon pakar. Dan Observasi langsung terhadap, kondisi lingkungan pabrik, serta interaksi sosial yang terjadi di dalam dan sekitar lokasi usaha.

4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen atau sumber yang telah tersedia sebelumnya (Sulistyawati, 2023). Data ini digunakan untuk memperkuat analisis dan memberikan konteks terhadap kondisi usaha pembuatan tahu. Sumber data sekunder meliputi: Profil usaha tahu MTB (jumlah karyawan, sistem manajemen). Dokumen kebijakan atau peraturan terkait lingkungan hidup, UMKM, dan pengelolaan industri rumah tangga. Dan literatur atau hasil penelitian terdahulu terkait keberlanjutan usaha kecil dan menengah (UKM), terutama di sektor pangan.

5. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dengan metode survei, menggunakan instrumen angket yang disusun berdasarkan dimensi keberlanjutan (lingkungan, ekonomi, sosial, dan teknologi). Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri dari:

5.1 Angket

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah angket skala likert (skala 0–3), yang diberikan kepada seluruh responden. Angket dirancang untuk menilai persepsi terhadap keberlanjutan usaha tahu berdasarkan indikator terukur dalam masing-masing dimensi.

5.2 Observasi Lapangan

Observasi dilakukan untuk mendukung data primer, terutama dalam menilai kondisi lingkungan sekitar pabrik tahu, sarana produksi, sistem pengelolaan limbah, dan interaksi sosial antara pekerja dan masyarakat.

5.3 Dokumentasi

Pengumpulan data sekunder melalui dokumentasi meliputi catatan produksi, laporan kegiatan usaha, kebijakan pemerintah daerah, dan data profil wilayah tempat usaha berada.

6. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode MDS-RAPs dengan bantuan perangkat lunak RAPFISH yang mendukung penerapan *Multidimensional Scaling* (MDS) dalam pendekatan *Rapid Appraisal for Sustainability* (RAPs). Proses analisis dilakukan dengan menginput data skoring responden untuk setiap atribut ke dalam perangkat lunak RAPFISH dalam format Excel. Output yang dihasilkan dari pemodelan tersebut selanjutnya diinterpretasikan untuk memberikan penilaian yang komprehensif terhadap tingkat keberlanjutan proses pembuatan tahu MTB di Kota Padang (Yusuf et al., 2021).

6.1 Penentuan Variabel/Atribut

Variabel merupakan konsep yang memiliki variasi nilai. Menurut Kerlinger (1988) bahwa secara umum terdapat tiga ciri utama variable, yakni; 1) variable memiliki variasi nilai, 2) variable membedakan satu objek dengan objek yang lainnya dalam satu populasi, dan 3) variable harus dapat diukur. Variabel diukur dengan menggunakan skala tertentu (Riduwan, 2007). Variabel dalam aplikasi metode Raps dengan software Rapfish disebut sebagai atribut. Terdapat 4 (empat) hal terkait ketetapan atribut dalam aplikasi Raps/Rapfish yakni; 1) Normalnya, jumlah atribut untuk setiap aspek/dimensi yang dikaji berjumlah 6-12 atribut, 2) atribut memiliki keterkaitan atau pengaruh terhadap keberlanjutan aspek/dimensi dikaji, yang mana jika terdapat atribut yang tidak memiliki pengaruh atau kaitan dengan keberlanjutan aspek/dimensi yang dikaji sebaiknya dieleminir sejak awal, 3) atribut didefinisikan dalam dua sisi yang berlawanan (*good-bad*), dan 4) atribut memiliki nilai skala metrik ataupun non-metrik.

Dalam analisis keberlanjutan menggunakan metode RAP-MDS, penentuan dimensi dan atribut merupakan langkah awal yang sangat penting. Tahapan ini menentukan kualitas dan relevansi hasil pemetaan keberlanjutan, karena setiap dimensi dan atribut akan menjadi dasar pengukuran dan penilaian terhadap sistem yang dikaji. Adapun dimensi keberlanjutan yang akan diuji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (Yusuf et al., 2021).

Tabel 3.1 Variabel/Atribut Keberlanjutan

No	Atribut		Deskripsi	Indikator
1.	Dimensi Lingkungan (Braccini & Margherita, 2019)			
	1.1	Kualitas air	Kualitas air adalah tingkat kejernihan, kebersihan, dan kelayakan air yang digunakan dalam proses produksi tahu. Air yang	0 = Tercemar Berat 1 = Tercemar Sedang 2 = Tercemar Sedikit 3 = Tidak Tercemar

		berkualitas baik mencerminkan tidak adanya zat pencemar, warna yang jernih, serta tidak berbau, sehingga dapat menjamin mutu dan keamanan produk tahu yang dihasilkan.	
1.2	Kualitas tanah	Kualitas tanah adalah kondisi kesuburan dan kebersihan tanah di sekitar area produksi tahu yang mencerminkan kemampuan tanah dalam mendukung kehidupan tanaman serta bebas dari bahan pencemar. Tanah yang baik menandakan lingkungan sekitar pabrik masih terjaga dari limbah dan polusi produksi.	0 = Tidak Subur 1 = Kurung Subur 2 = Cukup Subur 3 = Sangat Subur
1.3	Pengelolaan limbah	Pengelolaan limbah adalah serangkaian upaya yang dilakukan oleh usaha tahu dalam menampung, mengolah, dan membuang limbah hasil produksi dengan cara yang ramah lingkungan. Pengelolaan limbah yang baik bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap air, tanah, dan udara di sekitar lokasi usaha.	0 = Buruk 1 = Kurang Baik 2 = Cukup Baik 3 = Baik
1.4	Penggunaan bahan kimia	Penggunaan bahan kimia adalah tingkat pemakaian zat tambahan seperti pengawet atau bahan kimia lain dalam proses pembuatan tahu. Penggunaan bahan kimia yang sesuai standar keamanan pangan menunjukkan komitmen	0 = Sangat Tinggi 1 = Masih Tinggi 2 = Mulai Berkurang 3 = Sangat Rendah

			usaha dalam menjaga kualitas produk serta kesehatan konsumen.	
	1.5	Daya dukung lahan	Daya dukung lahan adalah kemampuan luas lahan yang dimiliki oleh usaha tahu untuk menampung seluruh kegiatan produksi, termasuk area penyimpanan bahan baku, hasil produksi, dan limbah. Lahan yang memadai mendukung efisiensi kerja dan mencegah terjadinya pencemaran akibat penumpukan bahan produksi.	0 = Tidak Mencukupi 1 = Kurang Mencukupi 2 = Cukup 3 = Sangat Mencukupi
	1.6	Pengendalian pencemaran lingkungan	Pengendalian pencemaran lingkungan adalah upaya yang dilakukan oleh usaha tahu untuk mencegah dan mengurangi dampak pencemaran terhadap air, tanah, dan udara yang diakibatkan oleh aktivitas produksi. Langkah ini dapat berupa pengolahan limbah, penggunaan teknologi ramah lingkungan, serta penerapan tata kelola lingkungan yang baik.	0 = Tidak ada upaya 1 = Ada Sedikit Upaya 2 = Upayanya Cukup 3 = Upayanya sudah Baik dan rutin dilakukan
2.	Dimensi Ekonomi (Mayer & Oosthuizen, 2022)			
	2.1	Lembaga keuangan	Lembaga keuangan adalah tingkat kemudahan usaha tahu dalam mengakses layanan lembaga keuangan formal seperti bank atau koperasi untuk membantu pengelolaan	0 = Sulit 1 = Cukup Mudah 2 = Mudah 3 = Sangat Mudah

			serta pengembangan usaha. Atribut ini mencerminkan sejauh mana pelaku usaha memiliki kemampuan dan peluang untuk memperoleh dukungan permodalan dan layanan finansial yang menunjang kegiatan produksi.	
2.2	Orientasi pemasaran		Orientasi pemasaran adalah sejauh mana usaha tahu berfokus pada pemenuhan kebutuhan dan kepuasan pelanggan agar produk tetap diminati di pasar. Atribut ini menggambarkan kemampuan pelaku usaha dalam menyesuaikan strategi pemasaran dengan permintaan konsumen serta menjaga keberlanjutan usaha melalui kepuasan pelanggan.	0 = Tidak Pernah 1 = Jarang 2 = Kadang-kadang 3 = Selalu
2.3	Penyerapan tenaga kerja		Penyerapan tenaga kerja adalah kemampuan usaha tahu dalam menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar. Atribut ini menunjukkan kontribusi sosial usaha terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui penyediaan kesempatan kerja dan pengurangan tingkat pengangguran di lingkungan sekitar.	0 = Tidak ada 1 = 1-10 orang 2 = 11-19 orang 3 = >20 orang
2.4	Kelayakan usaha tani		Kelayakan usaha adalah tingkat keuntungan dan keberlanjutan usaha tahu yang dilihat dari	0 = Tidak Layak 1 = Kurang Layak 2 = Cukup Layak 3 = Sangat Layak

			kemampuan usaha untuk memberikan hasil yang layak secara ekonomi. Atribut ini menggambarkan sejauh mana usaha tahu dapat dikatakan menguntungkan dan layak untuk terus dijalankan dalam jangka panjang.	
	2.5	Penerimaan relatif	Penerimaan relatif adalah tingkat perubahan pendapatan yang diperoleh dari hasil penjualan tahu dibandingkan dengan periode sebelumnya. Atribut ini mencerminkan perkembangan dan pertumbuhan usaha berdasarkan peningkatan pendapatan bersih dari hasil produksi.	0 = Sangat Menurun 1 = Menurun 2 = Tetap 3 = Meningkatkan
	2.6	Pendapatan	Pendapatan adalah jumlah hasil ekonomi yang diterima dari kegiatan usaha tahu yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasional dan produksi. Atribut ini menunjukkan sejauh mana pendapatan yang diperoleh mampu menopang kelangsungan kegiatan usaha serta kesejahteraan pelaku usaha.	0 = Tidak Cukup 1 = Kurang Cukup 2 = Cukup 3 = Sangat Cukup
3.	Dimensi Sosial (Ambayoen et al., 2024)			
	3.1	Kepercayaan antar pelaku usaha	Kepercayaan antar pelaku usaha adalah tingkat keyakinan dan rasa saling percaya yang dimiliki oleh pelaku usaha terhadap sesama	0 = Tidak ada 1 = Rendah 2 = Cukup 3 = Tinggi

		pekerja di lingkungan produksi tahu. Atribut ini mencerminkan adanya hubungan kerja yang harmonis, jujur, dan saling menghargai dalam menjalankan aktivitas usaha sehari-hari.	
3.2	Keterlibatan dalam kelompok sosial	Keterlibatan dalam kelompok sosial adalah sejauh mana usaha tahu berpartisipasi secara aktif dalam kelompok tani, UMKM, atau koperasi lokal. Atribut ini menunjukkan peran sosial usaha dalam menjalin kerja sama, memperluas jaringan usaha, serta meningkatkan solidaritas antar pelaku ekonomi di wilayah tersebut.	0 = Tidak Aktif 1 = Cukup Aktif 2 = Aktif 3 = Sangat Aktif
3.3	Norma kerja	Norma kerja adalah tingkat kepatuhan pelaku usaha atau pekerja terhadap aturan, kesepakatan, dan tata tertib yang berlaku di tempat usaha tahu. Atribut ini menggambarkan budaya kerja yang disiplin, bertanggung jawab, dan menjunjung nilai kebersamaan dalam kegiatan produksi.	0 = Tidak Pernah 1 = Cukup Aktif 2 = Aktif 3 = Sangat Aktif
3.4	Hubungan sosial dengan masyarakat	Hubungan sosial dengan masyarakat adalah tingkat kedekatan, kerja sama, dan saling membantu antara pelaku usaha tahu dengan masyarakat di sekitar lokasi produksi. Atribut ini menilai bagaimana	0 = Buruk 1 = Kurang Baik 2 = Cukup Baik 3 = Sangat Baik

			interaksi sosial tersebut dapat menciptakan lingkungan usaha yang harmonis dan saling mendukung.	
	3.5	Akses terhadap informasi sosial	Akses terhadap informasi sosial adalah kemudahan pelaku usaha dalam memperoleh informasi yang relevan dari jejaring sosial di sekitarnya, seperti harga bahan baku, kegiatan masyarakat, atau peluang usaha. Atribut ini menunjukkan keterhubungan pelaku usaha dengan lingkungan sosial yang dapat menunjang kelancaran kegiatan produksi.	0 = Sulit 1 = Mudah 2 = Cukup Mudah 3 = Sangat Mudah
	3.6	Struktur Sosial	Struktur sosial adalah pola hubungan antar pelaku usaha dan pekerja di lingkungan produksi tahu yang mencerminkan keteraturan dalam peran dan tanggung jawab masing-masing. Atribut ini menunjukkan apakah sistem hubungan kerja di dalam usaha sudah berjalan secara baik, terbuka, dan proporsional sesuai kedudukan setiap anggota.	0 = Buruk 1 = Kurang Baik 2 = Cukup Baik 3 = Sangat Baik
4.	Dimensi Teknologi (Narkhede et al., 2024)			
	4.1	Teknologi Pemanfaatan sumberdaya	Teknologi pemanfaatan sumber daya adalah kemampuan mesin atau alat produksi yang digunakan dalam usaha tahu untuk membantu menghemat waktu, tenaga, serta bahan baku selama proses produksi.	0 = Tidak Membantu 1 = Sedikit Membantu 2 = Cukup Membantu 3 = Sangat Membantu

		Atribut ini mencerminkan efisiensi penggunaan sumber daya sehingga kegiatan produksi menjadi lebih cepat, hemat, dan produktif.	
4.2	Akses terhadap teknologi produksi	Akses terhadap teknologi produksi adalah kemudahan yang dimiliki pelaku usaha dalam memperoleh atau membeli alat dan mesin yang dibutuhkan untuk memproduksi tahu. Atribut ini menggambarkan sejauh mana pelaku usaha dapat memanfaatkan perkembangan teknologi guna meningkatkan kualitas dan kapasitas produksi.	0 = Sulit 1 = Cukup Mudah 2 = Mudah 3 = Sangat Mudah
4.3	Tingkat penggunaan teknologi	Tingkat penggunaan teknologi adalah frekuensi atau intensitas pelaku usaha dalam menggunakan alat dan mesin produksi selama proses pembuatan tahu. Atribut ini menilai sejauh mana teknologi dimanfaatkan secara rutin untuk mendukung proses produksi dan efisiensi kerja.	0 = Tidak Pernah 1 = Jarang 2 = Kadang-kadang 3 = Selalu
4.4	Efektivitas alat produksi	Efektivitas alat produksi adalah tingkat kemampuan mesin atau peralatan yang digunakan dalam membantu pekerjaan serta meningkatkan hasil produksi tahu. Atribut ini menunjukkan seberapa besar kontribusi alat	0 = Tidak Efektif 1 = Kurang Efektif 2 = Cukup Efektif 3 = Sangat Efektif

			terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas produk yang dihasilkan.	
	4.5	Kemudahan perawatan alat produksi	Kemudahan perawatan alat produksi adalah sejauh mana mesin atau alat produksi yang digunakan mudah dirawat dan diperbaiki jika mengalami kerusakan. Atribut ini menunjukkan tingkat kepraktisan dan keberlanjutan penggunaan alat dalam jangka panjang tanpa mengganggu kelancaran produksi.	0 = Sulit 1 = Cukup Mudah 2 = Mudah 3 = Sangat Mudah
	4.6	Pelatihan	Pelatihan adalah kegiatan pembinaan atau bimbingan yang diterima oleh pelaku usaha untuk meningkatkan kemampuan dalam mengoperasikan dan merawat alat atau mesin produksi. Atribut ini menggambarkan tingkat pengetahuan dan keterampilan pelaku usaha dalam menggunakan teknologi secara optimal dan aman.	0 = Tidak Pernah 1 = Jarang 2 = Kadang-kadang 3 = Selalu

6.2 Skoring (Penskalaan)

Skoring atau penskalaan data dalam aplikasi metode Raps menjadi sangat penting mengingat kemungkinan terjadinya *killer attribute* yang disebabkan karena skoring yang dilakukan, dimana penskalaan memiliki *range* yang terlalu sempit ataupun sebaliknya terlalu lebar. Skala penilaian dapat dilakukan dengan prinsip *favorable*

yang merupakan prinsip penskalaan dengan bersifat searah (*direction*) antara sifat kualitatifnya dengan nilai kuantitatifnya. Dalam artian semakin baik sesuatu yang akan dinilai maka semakin tinggi nilainya (Yusuf et al., 2021).

Tabel 3.2.Skoring Keberlanjutan

Nilai Kuantitatif	Sifat Kualitatif (Kategori tercemar)
0	Buruk
1	Kurang Baik
2	Cukup Baik
3	Baik

Sumber: (Yusuf et al., 2021)

6.3 Rapfish Ordination

Rapfish ordination menggambarkan indeks keberlanjutan. Nilai indeks keberlanjutan berkisar antara 0-100%, yang digambarkan dari 2 sumbu (sumbu x dan sumbu y). Indeks 0% dinyatakan dengan skala terburuk (*bad*) dan indeks 100% dinyatakan skala terbaik (*good*). Nilai indeks $\geq 50\%$ dapat dikategorikan berkelanjutan dan $< 50\%$ dinyatakan tidak berkelanjutan (Yusuf et al., 2021).

Rapfish Ordination menunjukkan indeks keberlanjutan yang berkisar antara 0-100% yang diplot pada dua sumbu orthogonal. Sumbu horizontal adalah skala indeks, mulai dari titik nol hingga seratus persen. Sedangkan, skala vertical mengeskpresikan kedudukan unit analisis yang bersumber dari ordinasi skor, yang tidak terkait atau tidak mempengaruhi nilai/indeks tersebut. Dengan kata lain, kedudukan titik ordinasi (nilai indeks) secara horizontal menunjukkan level/tingkat keberlanjutan. Sedangkan nilai atau kedudukan vertical tidak memberikan pengaruh terhadap keberlanjutan. Hal tersebut dikarenakan prinsip diagram ordinasi tersebut adalah bersifat cermin kebalikan (*revers mirror*), yakni posisi/kedudukan pada bagian up (+) atau bagian down (-) adalah sama. Deskripsi indeks ordinasi yang

dihasilkan dapat ditafsirkan dalam 4 kategori status keberlanjutan, sebagai berikut;

Tabel 3.3 Nilai Indeks *Rapfish ordination*

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 et al., 2021)

6.4 Leverage of Attributes

Leverage of Attributes merupakan output bertujuan untuk mengetahui atribut yang paling sensitif dan berpengaruh terhadap indeks keberlanjutan. Atribut dengan nilai *Root Mean Square* (RMS) tertinggi dianggap paling berpengaruh sensitif terhadap keberlanjutan (Yusuf et al., 2021). Atribut yang menghasilkan nilai RMS tertinggi menunjukkan bahwa perubahan kecil pada atribut tersebut dapat menyebabkan perubahan besar terhadap skor dimensi, sehingga atribut tersebut dianggap memiliki nilai leverage tertinggi.

Menurut Yusuf et al (2021) Kriteria penentuan atribut pengungkit utama (atribut yang paling sensitif) dapat dilakukan dengan tiga pendekatan sebagai hukum/rules penetapan *leverage of attribuet* (atribut sensitif) dengan mengacu pada teorema umum ataupun teori ilmiah.

- 6.4.1 Rule-1: Hukum nilai ekstrim atau Bar ekstrim, yakni atribut yang memiliki nilai RMS yang cukup atau sangat mencolok dibandingkan dengan nilai RMS dari atribut lainnya.
- 6.4.2 Rule-2: Hukum nilai tengah, yakni dimana atribut pengungkit utama ditetapkan berdasarkan nilai diatas nilai rata-rata variabel/atribut.
- 6.4.3 Rule-3: Hukum pareto optimum, yaitu untuk memperjelas Faktor yang paling penting atau yang paling besar dari beberapa faktor yang ada.

Hasil analisis *leverage* disajikan dalam bentuk grafik batang (*bar chart*) yang memperlihatkan kontribusi relatif masing-masing atribut terhadap dimensi keberlanjutan. Atribut dengan batang tertinggi adalah yang paling berpengaruh, dan karenanya menjadi prioritas utama untuk intervensi kebijakan atau program peningkatan keberlanjutan. Analisis ini sangat penting karena membantu peneliti dan pengambil kebijakan untuk fokus pada variabel-variabel yang paling menentukan dalam upaya meningkatkan keberlanjutan sistem.

6.5 Validasi Model

Validasi model dalam analisis MDS RAPFISH merupakan proses untuk memastikan bahwa hasil pemetaan dan penilaian keberlanjutan yang dihasilkan benar-benar akurat, stabil, dan dapat dipercaya. Validitas ini penting karena hasil ordinas MDS harus mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya tanpa dipengaruhi kesalahan besar. Untuk menilai validitas tersebut, digunakan beberapa indikator utama, yaitu Monte Carlo, nilai Stress, dan nilai R-square (R^2) (Yusuf et al., 2021).

6.5.1 Monte Carlo Analysis

Analisis *Monte Carlo* adalah metode simulasi statistik untuk mengevaluasi efek kesalahan acak pada sebuah proses, dan untuk memperkirakan nilai benar dari statistik of interest (Kavanagh and Pitcher, 2004). Analisis *Monte Carlo* dapat digunakan sebagai metode simulasi untuk mengevaluasi dampak kesalahan acak/galat (random error) dalam analisis statistik yang dilakukan.

Monte Carlo digunakan untuk menguji pengaruh error acak dan memastikan hasil rapfish ordination. Metode ini menambahkan kesalahan acak berbasis distribusi normal dan membandingkan nilai Monte Carlo dengan nilai rapfish ordination. Dengan interval kepercayaan 95%, selisih yang wajar maksimal 5%. Selisih yang sangat kecil khususnya

kurang dari 1 menunjukkan tingkat kesalahan rendah dan hasil analisis yang reliable (Kavanagh and Pitcher, 2004).

6.5.2 Nilai STRESS (*A Lack of Fit Measure*)

Nilai STRESS merupakan ukuran ketidakcocokan (*a lack of fit measure*) antara model (hasil pengukuran) dengan data sesungguhnya. Semakin kecil nilai STRESS, menunjukkan yang terbentuk antara bahwa hubungan monoton ketidaksamaan dengan disparitas semakin baik dan kriteria peta konfigurasi yang terbentuk semakin sempurna. Sebaliknya, semakin tinggi nilai STRESS, maka ketidakcocokan antara data dengan pengukuran semakin besar, dengan kata lain semakin tidak sesuai (*error*). Dengan kata lain, nilai STRESS yang mendekati 0 (nol), maka model yang dihasilkan semakin mirip dengan keadaan yang sesungguhnya atau semakin rendah nilai STRESS, maka semakin rendah tekanan yang terjadi terhadap model. Sebaliknya, semakin tinggi nilai STRESS mendekati 1 (satu), maka semakin besar tekanan terhadap model dan semakin buruk model tersebut. Menurut Kavanagh (2001) bahwa nilai STRESS yang dapat ditolerir adalah <20%. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Young (1999) yang mengategorikan nilai STRESS untuk mendeteksi kelayakan model dalam 5 (lima) kelas, sebagai berikut:

Tabel 3.4 Nilai STRESS (*A Lack of Fit Measure*)

Stress Value (%)	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 et al., 2021)

6.5.3 Nilai R-square (*Goodness of Fit Measure*)

Nilai R-square (R^2) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa baik hasil pemetaan mampu menjelaskan data sebenarnya. Nilai R-square muncul otomatis dari hasil analisis bersama nilai stress dan digunakan untuk melihat seberapa baik hasil analisis keberlanjutan menggambarkan kondisi yang sebenarnya (Yusuf et al., 2021).

Nilai R-square berkisar antara 0 (nol) hingga 1 (satu) yang apabila dinyatakan dalam persentase antar 0% hingga 100%. Nilai R^2 yang kecil berarti memiliki variasi dependen yang sangat terbatas dan nilai yang mendekati 1.0 atau 100% menunjukkan variabel-variabel independen telah dapat memberikan informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen. Dengan kata lain, bahwa nilai yang mendekati 1.0 atau 100% menunjukkan bahwa data dapat dijelaskan dengan baik dari model yang dihasilkan. R-square juga dapat dimaknai bahwa semakin mendekati 1 atau 100% berarti data yang ada semakin terpetakan dengan sempurna atau digunakan untuk mengetahui kedekatan antara data dengan map. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana data jarak antar obyek tersebut terpetakan dengan baik dalam perceptual map.

6.6 Tahapan Analisis

Tahapan analisis aplikasi MDS-RAPS meliputi; 1) Tahapan konsepsi, dan 2) Tahapan opsional. Tahap konsepsi merupakan tahapan penyusunan konsep penelitian, yang meliputi (Yusuf et al., 2021);

6.6.1 Menentukan fokus kajian, yang merupakan *ultimate goal* dari kajian yang dilakukan.

- 6.6.2 Menentukan unit analisis penelitian, yakni dapat berupa lokasi (area), unit (satuan), jenis (tipe) yang kesemuanya dapat dievaluasi.
- 6.6.3 Menentukan dimensi kajian.
- 6.6.4 Menentukan atribut dari setiap dimensi kajian. Atribut yang dipilih dipastikan adalah atribut yang memiliki pengaruh terhadap keberlanjutan hal yang dikaji.
- 6.6.5 Menyusun skoring (*bad-good*) pada setiap atribut.
- 6.6.6 Menginput nilai/skor hasil penilaian dari masing-masing atribut kedalam *software Rapfish* berbasis excel.
- 6.6.7 Me-run *rapfish ordination* (indeks keberlanjutan) untuk mengetahui persentase keberlanjutan dari setiap dimensi.
- 6.6.8 Me-run *Leveraging* untuk memperoleh *Leverage of Attributes*, yang merupakan penentuan atribut yang berpengaruh dominan/atribut pengungkit dari setiap dimensi.
- 6.6.9 Melakukan validasi model untuk memastikan bahwa hasil pemetaan dan penilaian keberlanjutan yang dihasilkan benar-benar akurat, stabil, dan dapat dipercaya. Validasi model dilakukan dengan tiga tahapan yaitu:
 - 6.6.9.1 Me-run *monte carlo* untuk menguji pengaruh error acak dan memastikan hasil ordinasi RAPFISH stabil.
 - 6.6.9.2 Me-run Nilai STRESS untuk melihat ketidakcocokan antara hasil pemetaan MDS dan data sebenarnya
 - 6.6.9.3 Me-run Nilai R-square untuk menunjukkan seberapa baik hasil pemetaan mampu menjelaskan data sebenarnya.