

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kolitis Ulseratif

Kolitis ulseratif adalah gangguan pada inflamasi kronis yang disebabkan oleh peradangan mukosa yang mempengaruhi usus besar dan rektum (bagian akhir dari usus besar) dalam pola yang terus menerus (Kayal & Shah, 2019). Kolitis ulseratif dapat ditandai dengan ulserasi mukosa superfisial, perdarahan rektal, diare, dan nyeri perut (Amatullah & Miro, 2021). *Hematochezia* (darah dalam tinja), urgensi, dan tenesmus (sensasi evakuasi usus yang tidak sempurna) adalah gejala kolitis ulseratif yang paling khas. Sangat penting bagi para dokter untuk membuat diagnosis banding yang luas dan mengesampingkan penjelasan potensial lain dari gejala-gejala tersebut karena gejala-gejala tersebut dapat serupa dengan gejala-gejala penyakit pencernaan lainnya. Kemungkinan kolitis ulseratif harus ditingkatkan khususnya dengan riwayat diare berdarah yang berkepanjangan dan adanya buang air besar di malam hari (Kaenkumchorn & Wahbeh, 2020).

2.2 Endoskopi

Endoskopi merupakan suatu prosedur untuk melakukan pemeriksaan diagnostik dan pengobatan terapeutik agar tindakan operatif dapat menjadi sederhana pada saluran pencernaan (Wiratmo dkk., 2022). Endoskopi dilakukan dengan menggunakan suatu alat berupa selang fleksibel yang di dalamnya terdapat kamera untuk menangkap kondisi organ. Pemeriksaan endoskopi memiliki ketepatan untuk diagnosis saluran pencernaan. Nama prosedur endoskopi sendiri diambil dari nama

alat yang digunakan dalam prosedur ini untuk memeriksa organ dalam tubuh manusia (Haris Kuspranoto dkk., 2024).

2.3 Machine Learning

Machine Learning (ML) atau pembelajaran mesin adalah bidang penelitian penting dari kecerdasan buatan yang dapat membantu komputer dalam melakukan pemodelan berdasarkan pengalaman yang secara akurat memprediksi peristiwa masa depan (Dogan & Birant, 2021). *Machine learning* dapat menangani data dalam jumlah besar dengan cara yang cerdas sehingga dapat memberikan hasil yang akurat dan tepat. Jenis – jenis dari *machine learning* dapat dibedakan menjadi beberapa kategori berdasarkan teknik pembelajarannya yaitu *supervised learning*, *unsupervised learning* dan *reinforcement learning* (Santoso dkk., 2021). *Supervised learning* yaitu teknik dalam ML yang menggunakan data yang telah diberikan label (data latih) untuk melakukan proses pembelajaran dalam mesin, sehingga mesin mampu melakukan klasifikasi ataupun prediksi, sedangkan *unsupervised learning* tidak mendapatkan data latih, karena algoritma *unsupervised learning* tidak bersifat prediktif, sehingga prosesnya membutuhkan pembelajaran dari data yang telah ada sebelumnya (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

2.4 Klasifikasi

Klasifikasi adalah sebuah proses untuk menganalisis banyak data yang dikumpulkan menjadi beberapa kelompok sesuai aturan pengelompokan yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data yang baru (Sanjaya dkk., 2020).

2.5 Algoritma *Gray Level Co-occurrence Matrix*

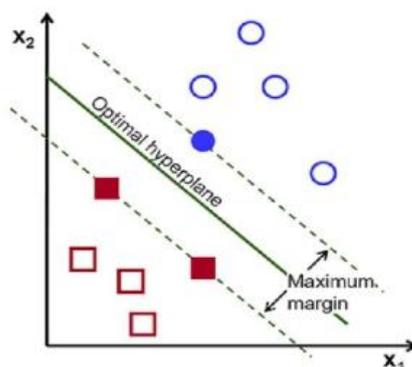
Gray Level Co-occurrence Matrix atau GLCM merupakan salah satu metode ekstraksi ciri dalam pendekatan citra untuk memperoleh nilai fitur. GLCM berbentuk suatu matriks yang merepresentasikan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu pada arah dan jarak tertentu dalam citra (Mall dkk., 2019). *Matrix co-occurrence* dapat didefinisikan oleh kerapatan probabilitas gabungan dari dua piksel yang memiliki posisi berbeda. Matriks ini tidak hanya merepresentasikan sifat distribusi kecerahan, tetapi juga karakteristik distribusi lokasi piksel dengan kecerahan yang sama atau hampir sama. *Matrix co-occurrence* adalah karakteristik statistik orde kedua yang terkait dengan perubahan kecerahan gambar. Diantara metode statistik, *Gray Level Co-occurrence Matrix* merupakan yang umum digunakan untuk mengekstrak fitur tekstur (Setiyono dkk., 2022). Koordinat pasangan piksel memiliki jarak d dan orientasi sudut θ . Ukuran jarak direpresentasikan dalam piksel dan orientasi sudut terbentuk dalam empat arah sudut yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° , sedangkan ukuran sudut direpresentasikan dalam derajat dengan jarak antar piksel sebesar 1 piksel. Langkah – langkah perhitungan yang dilakukan pada algoritma ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan matriks awal GLCM dari pasangan dua piksel yang berjajar sesuai dengan arah 0° , 45° , 90° atau 135° .
2. Membentuk matriks yang simetris dengan menjumlahkan matriks awal GLCM dengan nilai transposnya.

3. Menormalisasi matriks GLCM dengan membagi setiap elemen matriks dengan jumlah pasangan piksel.
4. Ekstraksi ciri, beberapa ciri fitur tekstur yang dapat diekstraksi diantaranya, energy, contrast, homogeneity dan entropy.

2.6 Support Vector Machine

Support Vector Machine (SVM) adalah salah satu metode klasifikasi *supervised learning* yang pertama kali dikembangkan oleh Vladimir Vapnik. SVM merupakan salah satu metode yang kuat untuk pola klasifikasi dengan memiliki tingkat keberhasilan tinggi dalam pengaplikasiannya di berbagai bidang (Suryati dkk., 2023). SVM menggunakan pembelajaran mesin untuk memprediksi kelas berdasarkan pola dari hasil proses pelatihan (Sari & Haranto, 2019). Klasifikasi dilakukan dengan cara menemukan *hyperplane* atau garis pembatas yang digunakan untuk memisahkan satu kelas dengan kelas yang lain. Algoritma SVM mencari nilai *hyperplane* yang paling tinggi dengan menggunakan *support vector* dan nilai margin. Margin merupakan jarak antara satu titik vektor di suatu kelas terhadap *hyperplane*. Suatu garis pembatas yang baik adalah yang memiliki jarak terbesar ke titik data pelatihan terdekat dari setiap kelas, karena secara umum semakin besar margin, semakin rendah error generalisasi dari pemilah.



Gambar 2.1 Optimal Hyperplane SVM

Gambar 2.1 menunjukkan bagaimana sebuah hyperplane yang optimal. *Support Vector Machine* bekerja secara linear dengan asumsi mengklasifikasi dua kelas -1 dan +1 yang terpisah sempurna oleh *hyperplane*. SVM termasuk ke dalam kategori *linear classifier*. Salah satu kendala dalam proses klasifikasi adalah penyebaran data yang beragam, sehingga algoritma ini akan sulit dalam menangani permasalahan di dunia nyata yang bersifat non-linear. Modifikasi pada SVM dilakukan dengan menambah konsep fungsi kernel (Nurfajar dkk., 2022). Fungsi kernel adalah mencari *hyperplane* dengan mengubah dataset ke ruang vektor berdimensi tinggi atau *feature space*. *Feature space* biasanya mempunyai dimensi yang lebih tinggi daripada vektor input, sehingga mengakibatkan komputasi yang tidak terhingga. Penentuan fungsi kernel yang digunakan akan sangat menentukan hasil prediksi. Fungsi kernel digunakan untuk memudahkan dalam proses pembelajaran SVM (Luthfiana dkk., 2020). Terdapat empat jenis fungsi kernel yang umum dipakai, yaitu *Kernel Linier*, *Polynomial*, *Radial Basis Function* dan *Sigmoid Kernel*.

2.7 Pricipal Component Analysis

Principal Component Analysis (PCA) adalah salah satu metode untuk mengurangi dimensi *feature* dalam *dataset*, sehingga variabel yang tadinya sebanyak n variabel akan diseleksi menjadi k variabel baru yang disebut *principal component*. (Baiq Nurul Azmi dkk., 2023). Tujuan dari PCA adalah menemukan arah varians maksimum dalam data berdimensi tinggi dan mengubahnya ke dalam subruang baru dengan dimensi yang lebih rendah daripada yang asli tanpa mengubah data sebelumnya. Umumnya *principal component* (PC) dapat digunakan untuk seleksi fitur dan interpretasi variabel – variabel (Nasution, 2020). PCA dapat dipakai dalam *exploratory data analysis* untuk memvisualisasi variasi data dan mewakili semua *features* yang ada (Mutmainah, 2021). Data dengan dimensi tinggi yang tidak direduksi akan menyebabkan masalah *overfitting model* sehingga performa akan menjadi buruk dan data tidak dapat divisualisasikan.

2.8 Confusion Matrix

Confusion matrix adalah suatu metode untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. *Confusion matrix* memiliki informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya sehingga dapat diketahui seberapa baik model yang telah dibangun (Apriyani & Kurniati, 2020).

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	TP (True Positive)	FP (False Positive) <i>Type I Error</i>
	0 (Negative)	FN (False Negative) <i>Type II Error</i>	TN (True Negative)

Gambar 2.2 Confusion Matrix

Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana bentuk tabel *Confussion Matrix*. Dalam evaluasi menggunakan *confusion matrix*, terdapat empat istilah yang menggambarkan hasil dari proses klasifikasi. Istilah-istilah tersebut meliputi *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN). Nilai TN mewakili jumlah data negatif yang benar-benar terdeteksi sebagai negatif, sementara FP adalah data negatif yang salah terdeteksi sebagai positif. TP adalah data positif yang benar-benar terdeteksi sebagai positif, dan FN adalah data positif yang salah terdeteksi sebagai negatif. Nilai-nilai TN, FP, FN, dan TP ini digunakan untuk menghitung Presisi, *Recall*, *F1-Score*, dan Akurasi.

2.9 State of The Art Penelitian

Tantangan dalam penelitian diatasi dengan mengembangkan lebih lanjut teknologi terkini dalam bidang penelitian, dengan menambahkan elemen-elemen baru yang dapat memenuhi kebutuhan dalam klasifikasi kolitis ulseratif pada citra endoskopi. Pendekatan ini menggunakan *support vector machine* serta ekstraksi citra menggunakan *gray level co-occurrence matrix*. Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan penelitian yang berhubungan dengan fokus pada kontribusi dan batasan dalam proses klasifikasi citra.

Tabel 2.1 State of The Art Penelitian Terkait

No	Nama Pengarang	Tahun	Judul	Masalah	Solusi
1.	Laura Safira, Budhi Irawan, Casi Setianingsih	2019	K-Nearest Neighbour Classification and Feature Extraction GLCM for Identification of Terry's Nail	Mendiagnosa penyakit lewat citra kuku jari	Diagnosis penyakit pada penelitian ini hanya terdiri dari sirosis dengan klasifikasi 2 jenis kuku yaitu kuku sehat dan kuku sakit. Dengan menggunakan metode KNN menghasilkan

					akurasi terbaik sebesar 60% dari data latih dan 40% dari data uji
2.	Nuraini Ahmad, Apriyanto Alhamad	2019	Penerapan Metode Glcm (Gray Level Co- Occurrence Matrix) Untuk Reduksi Ciri Pada Pengenalan Ekspresi Wajah	Mendeteksi keadaan emosi seseorang dari ekspresi wajah	hasil penelitian yang dilakukan pada ekspresi wajah dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa hasil uji coba metode Grey Level Co-onccurrence Matriks pada pengenalan ekspresi wajah mendapatkan hasil yang kurang baik, hal ini ditunjukkan karena ada beberapa hasil

					yang keluar tidak sesuai. Hal tersebut terjadi karena arah, jarak dan jumlah K yang berbeda.
3.	Shidqi Aqil Naufal, Adiwijaya, Widi Astuti	2020	Analisis Perbandingan Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Deteksi Kanker dengan Data Microarray	Kanker adalah salah satu penyakit penyebab kematian. Microarray dapat membantu diagnosis kanker lebih awal	Metode ekstraksi yang digunakan adalah Partial Least Square (PLS) dan klasifikasinya menggunakan SVM dan KNN
4.	Junwei Sun, Yuli Yang, Yanfeng Wang	2020	Survival Risk Prediction of Esophageal Cancer Based on Self-Organizing Maps Clustering and	Mendeteksi tingkat resiko kanker kerongkongan	Memprediksi dan mengevaluasi tingkat resiko kelangsungan hidup kanker kerongkongan secara akurat dan efisien

			Support Vector Machine Ensembles		menggunakan metode yang mengelompokan SOM dan SVM
5.	Azizah Arif Paturrahman, I Gede Pasek Suta Wijaya*	2021	Analisis Pengenalan Pola Daun Berdasarkan Fitur Canny Edge Detection dan Fitur GLCM Menggunakan Metode Klasifikasi k-Nearest Neighbor (kNN)	Tingkat akurasi dalam klasifikasi jenis daun	Penelitian ini telah menghasilkan akurasi yang baik dalam mengidentifikasi citra daun berdasarkan deteksi tepi canny dan fitur Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan metode pengklasifikasi k-Nearest Neighbor.
6.	Dong-Hyun Kim, Soo-Young Ye	2021	Classification of Chronic Kidney Disease in Sonography Using	Mendeteksi penyakit ginjal kronis (CKD)	Menggunakan nilai yang didapatkan dari ekstraksi GLCM dari citra ultrasonic ginjal kemudian diklasifikasikan

			the GLCM and Artificial Neural Network		menggunakan <i>artificial neural network</i>
7.	Jessica Wadyadhana, Yessica Nataliani	2021	Perbandingan <i>Naive Bayes</i> , <i>SVM</i> , dan <i>KNN</i> untuk Analisis Sentimen <i>Gadget</i> Berbasis Aspek	Menganalisis sentimen dari komentar video akun <i>Youtube Gadgetin</i> yang mereview <i>handphone Samsung Galaxy Z Flip 3</i>	Membandingkan metode klasifikasi <i>Naive Bayes</i> , <i>KNN</i> dan <i>SVM</i> menggunakan <i>SMOTE</i> .
8.	Mohtar Yuniarto, Soeparmi, Cari, Fuad Anwar, Delta Nur Septianingsih,	2021	Klasifikasi Kanker Paru Paru Menggunakan <i>Naive Bayes</i> Dengan Variasi Filter Dan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)	Klasifikasi citra paru menjadi 2 kelas dengan <i>naive bayes</i> , paru – paru sehat dan paru – paru terkena kanker.	Menggunakan klasifikasi dengan <i>Naive Bayes</i> dengan fitur ekstraksi <i>GLCM</i> yang sebelumnya dilakukan segmentasi menggunakan <i>otsu thresholding</i> .

	Tonang Dwi Ardyanto, Resta Farits Pradana				
9.	Rizal Amegia Saputra, Diah Puspitasari, Taufik Baidawi	2022	Deteksi Kematangan Buah Melon dengan Algoritma Support Vector Machine Berbasis Ekstraksi Fitur GLCM	Klasifikasi kematangan buah melon menjadi 3 kelas, matang, setengah matang dan tidak matang.	Menggunakan ekstraksi GLCM sebagai fitur ke dalam model SVM dengan menggunakan keempat kernel.
10.	Sri Handayani, Ahmad Zudhi, Ratna Shofiati	2022	Implementation of Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) and Support Vector Machine	Mengenali model dan jenis batik bekasi	Penggunaan metode Gray level co-occurrence matrix sebagai metode perhitungan ekstraksi fitur motif batik dengan memanfaatkan parameter

			(SVM) Methods for Recognition of Batik Bekasi Motifs		perhitungan energi, kontras, korelasi, homogenitas, dan entropi pada penelitian ini digunakan untuk mengolah data citra motif batik Bekasi. Hasil pengujian dengan menggunakan metode support vector machine digunakan sebagai metode klasifikasi pada penelitian ini sebesar 83%.
11.	Yudha Arya, Soffiana Agustin, Umi Chotijah, Farhanna Mar'i	2022	Perbandingan metode GLCM dan LPB dalam klasifikasi jenis kayu	Kualitas kayu yang menjadi daya jual	Hasil dari parameter GLCM dan LBP kemudian digunakan sebagai data untuk klasifikasi jenis kayu menggunakan metode

					<p>multilayer perceptron (MLP). Dalam penelitian ini menggunakan 3 jenis kayu sebagai data latihan dan data uji, yaitu kayu agathis, keruing dan meranti. Hasil penelitian ini menggunakan metode GLCM diperoleh tingkat akurasi sebesar 90%. Sedangkan menggunakan metode LBP diperoleh tingkat akurasi sebesar 70%.</p>
12.	Felliks Feiters Tampinongkol, Hasan Basri,	2023	Identifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Gray	Tomat rentan terkena penyakit yang disebabkan fungi atau bakteri.	Metode yang digunakan adalah ekstraksi fitur menggunakan

	Cevi Herdian, Lunardi Halim		Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM)	Pengukuran tingkat keparahan penyakit pada tomat.	GLCM dan klasifikasi menggunakan SVM.
13.	Gian Gustin, Hendra Marcos	2024	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Lambung Berdasarkan Gejala dan Citra Endoskopi Menggunakan Forward Chaining dan CNN	Penyakit lambung merupakan masalah yang sering terjadi. Diperlukan alat untuk mendiagnosis lambung yang cermat dan akurat.	Sistem pakar berdasarkan citra endoskopi dan gejala dengan metode forward chaining dan CNN.

2.10 Matriks Penelitian

Matriks penelitian digunakan untuk mengorganisasi dan menyajikan informasi relevan dalam suatu penelitian untuk membantu dalam merangkum data dengan jelas dan sistematis. Setiap jurnal yang telah dirangkum dapat dilihat pada matriks penelitian yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel Matriks Penelitian

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Ruang Lingkup		
				Algoritma		Objek
				Ekstraksi	Klasifikasi	
1.	Laura Safira, Budhi Irawan, Casi Setianingsih	2019	K-Nearest Neighbour Classification and Feature Extraction GLCM for Identification of Terry's Nail	GLCM	KNN	Citra kuku jari kaki yang terkena <i>Terry's Nail</i>

2.	Nuraini Ahmad, Apriyanto Alhamad	2019	Penerapan Metode Glcm (Gray Level Co-Occurrence Matrix) Untuk Reduksi Ciri Pada Pengenalan Ekspresi Wajah	GLCM		Foto ekspresi wajah
3.	Shidqi Aqil Naufal, Adiwijaya, Widi Astuti	2020	Analisis Perbandingan Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Deteksi Kanker dengan Data Microarray		SVM dan KNN	Data microarray kanker
4.	Junwei Sun, Yuli Yang, Yanfeng Wang	2020	Survival Risk Prediction of Esophageal Cancer Based on Self-Organizing Maps Clustering and		SVM	Kanker Esofagus

			Support Vector Machine Ensembles			
5.	Azizah Arif Paturrahman, I Gede Pasek Suta Wijaya*	2021	Analisis Pengenalan Pola Daun Berdasarkan Fitur Canny Edge Detection dan Fitur GLCM Menggunakan Metode Klasifikasi k-Nearest Neighbor (kNN)	GLCM	KNN	Pola garis pada Daun
6.	Dong-Hyun Kim, Soo- Young Ye	2021	Classification of Chronic Kidney Disease in Sonography Using the GLCM and Artificial Neural Network	GLCM		Citra Ultrasound Penyakit Ginjal Kronis

7.	Jessica Wadyadhana, Yessica Nataliani	2021	Perbandingan <i>Naive Bayes</i> , <i>SVM</i> , dan <i>KNN</i> untuk Analisis Sentimen <i>Gadget</i> Berbasis Aspek		Naïve Bayes, SVM, KNN	Komentar Youtube
8.	Mohtar Yunianto, Soeparmi, Cari, Fuad Anwar, Delta Nur Septianingsih, Tonang Dwi Ardyanto,	2021	Klasifikasi Kanker Paru Paru Menggunakan Naive Bayes Dengan Variasi Filter Dan Ekstraksi Ciri Gray Level Co- Occurance Matrix (GLCM)	GLCM	Naïve Bayes	Citra Paru- Paru

	Resta Farits Pradana					
9.	Rizal Amegia Saputra, Diah Puspitasari, Taufik Baidawi	2022	Deteksi Kematangan Buah Melon dengan Algoritma Support Vector Machine Berbasis Ekstraksi Fitur GLCM	GLCM	SVM	Citra Buah Melon
10.	Sri Handayani, Ahmad Zudhi, Ratna Shofiati	2022	Implementation of Gray Level Co- occurrence Matrix (GLCM) and Support Vector Machine (SVM) Methods for Recognition of Batik	GLCM	SVM	Batik Bekasi

			Bekasi Motifs			
11.	Yudha Arya, Soffiana Agustin, Umi Chotijah, Farhanna Mar'i	2022	Perbandingan metode GLCM dan LPB dalam kalsifikasi jenis kayu	GLCM dan LBP		Kualitas mutu dari jenis kayu
12.	Felliks Feiters Tampinongkol, Hasan Basri, Cevi Herdian, Lunardi Halim	2023	Identifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM)	GLCM	SVM	Citra daun tomat
13.	Gian Gustin,	2024	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Lambung Berdasarkan Gejala dan		CNN	Citra endoskopi

	Hendra		Citra Endoskopi Menggunakan			
	Marcos		Forward Chaining dan CNN			

2.11 Relevansi Penelitian

Relevansi penelitian digunakan untuk menilai atau menunjukkan sejauh mana penelitian ini relevan terhadap topik yang sedang dipelajari. Relevansi penelitian yang berjudul Deteksi Kolitis Ulseratif Pada Citra Endoskopi menggunakan Support Vector Machine dengan Ekstraksi Citra Gray Level Co-Occurrence Matrix dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel Relevansi Penelitian

Peneliti	Sri Handayani, Ahmad Zudhi, Ratna Shofiati (2022)	Agni Nurrohman (2024)
Judul	Implementation of Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) and Support Vector Machine (SVM) Methods for Recognition of Batik Bekasi Motifs.	Klasifikasi Kolitis Ulseratif Pada Citra Endoskopi menggunakan Support Vector Machine dengan Ekstraksi Citra Gray Level Co-Occurrence Matrix.

Masalah Penelitian	Mengenali model dan jenis batik bekasi	Diperlukan sebuah sistem untuk mendeteksi kolitis ulseratif pada citra hasil endoskopi esofagitis secara tepat dengan menggunakan <i>machine learning</i> .
Objek Penelitian	Batik Bekasi	Citra Endoskopi Kolitis Ulseratif
Algoritma	GLCM dan SVM	GLCM-SVM