

SKRIPSI

**KLASIFIKASI PENYAKIT PADA CITRA KULIT
MENGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE**

Disusun dan diajukan oleh:

**KEVIN CHANDRA
D42116311**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KLASIFIKASI PENYAKIT PADA CITRA KULIT MENGGUNAKAN
METODE SUPPORT VECTOR MACHINE**

Disusun dan diajukan oleh

KEVIN CHANDRA

D42116311

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T.
Nip. 196108131988112001



Anugrayani Bustamin, S.T., M.T.
Nip. 199012012018074001



Prof. Dr. Ir. Indrabayu, ST., MT., M.Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng.
Nip. 19750716 200212 1 004

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : KEVIN CHANDRA
NIM : D42116311
Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

KLASIFIKASI PENYAKIT PADA CITRA KULIT MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 24 Juli 2023

Yang Menyatakan



KEVIN CHANDRA

ABSTRAK

KEVIN CHANDRA. *Klasifikasi Penyakit Pada Citra Kulit Menggunakan Metode Support Vector Machine* (dibimbing oleh Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T. dan Anugrayani Bustamin, S.T., M.T.)

Kulit merupakan lapisan terluar dari tubuh manusia, yang berfungsi melindungi bagian dalam tubuh dari dunia luar seperti virus, bakteri, dan mengatur perubahan suhu. Sama halnya seperti bagian tubuh pada manusia, kulit juga tidak terlepas dari penyakit. Beberapa penyakit yang sering dialami oleh orang Indonesia adalah bisul (furunkel), campak (rubella), eksim (dermatitis), melanoma, dll. Namun, ada beberapa penyakit yang memiliki tampilan yang hampir mirip sehingga terdapat kesulitan dalam mendiagnosanya. Seperti alergi dan jamur yang memiliki penampakan yang sama tetapi memerlukan penanganan yang berbeda. Dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini, masalah-masalah yang dihadapi dapat diselesaikan, yaitu dengan membuat sistem otomatis yang dapat mengetahui jenis penyakit yang diderita dan memberikan penanganan untuk penyakit tersebut berdasarkan dari citra kulit penderita. Pada penelitian ini menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengklasifikasi jenis penyakit yang disebabkan oleh alergi, jamur, atau tidak keduanya. Penelitian dilakukan menggunakan ekstraksi fitur Scale Invariant Feature Transform (SIFT) yang akan diolah ke dalam dua model SVM (One-Against-All untuk kelas “Bukan Alergi dan Jamur” vs “Alergi atau Jamur” dan One-Against-One untuk kelas “Alergi Kulit” vs “Jamur Kulit”) dan diperoleh kinerja sistem dengan tingkat akurasi 72.5%.

Kata kunci: kulit, alergi, jamur, SIFT, SVM

ABSTRACT

KEVIN CHANDRA. *Disease Classification in Skin Image Using Support Vector Machine Method* (supervised by Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T. and Anugrayani Bustamin, S.T., M.T.)

The skin, the outermost covering of the human body, serves to regulate temperature variations and shield the inside organs from contaminants like bacteria and viruses. Skin illnesses can affect any aspect of the human body, including the skin. Boils (furuncles), measles (rubella), eczema (dermatitis), melanoma, etc. are a few of the illnesses that Indonesians frequently contract. However, a number of illnesses have symptoms that are quite similar, making diagnosis challenging. Like allergies and mold, which look alike but need to be treated differently. The issues can be resolved with current technological advancements, specifically by developing an automatic system that can identify the type of disease experienced and provide therapy for the disease based on the patient's skin image. In this study, we classified the different disorders into those brought on by allergies, fungi, or neither using the Support Vector Machine (SVM) method. Scale Invariant Feature Transform (SIFT) was used in the research to extract features that were then processed into two SVM models (One-Against-All for the "Not Allergy and Mushroom" vs. "Allergy or Mushroom" class and One-Against-One for the "Allergy Skin" vs. "Skin Fungus"), yielding system performance with an accuracy rate of 72.5%.

Keywords: skin, allergy, fungus, SIFT, SVM

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penyakit Kulit.....	4
2.1.1 Pengertian Penyakit Kulit	4
2.1.2 Jenis Penyakit Kulit.....	4
2.1.3 Penyakit Alergi Kulit	5
2.1.4 Penyakit Jamur Kulit.....	11
2.2 Citra.....	15
2.2.1 Pengertian Citra.....	15
2.2.2 Jenis-Jenis Citra Digital	16
2.3 Ekstraksi Fitur	18
2.3.1 Scale Invariant Feature Transform (SIFT).....	18
2.3.2 Bag of Features	21
2.3.3 K-Means Clustering	21
2.4 Support Vector Machine (SVM).....	23
2.4.1 <i>Kernel Trick</i>	25
2.4.2 <i>Stochastic Gradient Descent</i>	27
2.4.3 <i>Support Vector Machine (SVM) Multiclass</i>	27
2.5 <i>Confusion Matrix</i>	29
2.6 Penelitian Terkait	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Tahapan Penelitian	31
3.3 Instrumen Penelitian.....	33
3.4 Perancangan Implementasi Sistem.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 <i>Input Data</i>	43
4.2 <i>Pre-processing Data</i>	45
4.3 Pelatihan SVM	50
4.3.1 <i>SVM (Support Vector Machine)</i>	50

4.3.2	<i>K-Means</i> dan SVM.....	50
4.4	Hasil Pengujian Model SVM	51
4.4.1	SVM (<i>Support Vector Machine</i>)	51
4.4.2	<i>K-Means</i> dan SVM.....	54
4.5	Analisa Hasil Pengujian SVM	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN.....		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skema penyakit kulit dan kelamin yang sering ditemui	4
Gambar 2 Gradasi Citra Biner.....	16
Gambar 3 Contoh Gambar Citra Biner	16
Gambar 4 Citra Warna pada RGB	17
Gambar 5 Fitur SIFT	18
Gambar 6 Tahapan deteksi Scale Space Extrema	19
Gambar 7 Deteksi ekstemum	20
Gambar 8 Keypoint deskriptor.....	20
Gambar 9 SVM berusaha menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan kedua kelas -1 dan +1	23
Gambar 10 Kernel map mengubah persoalan yang tidak linear menjadi linear dalam <i>space</i> yang baru	25
Gambar 11 <i>Confusion Matrix</i>	29
Gambar 12 Lokasi Penelitian	31
Gambar 13 Tahapan Penelitian	32
Gambar 14 Blok diagram perancangan implementasi sistem	34
Gambar 15 <i>Preprocessing</i> tanpa pengelompokan dengan algoritma <i>K-Means</i> (kiri) dan dengan pengelompokan menggunakan algoritma <i>K-</i> <i>Means</i> (kanan).....	35
Gambar 16 Ilustrasi pembuatan BoF menggunakan pengelompokan K-Means... 37	37
Gambar 17 Ilustrasi perubahan data SIFT menggunakan BoF menjadi data input ke SVM	37
Gambar 18 Tahapan <i>Training</i> dan <i>Testing</i> dengan metode SVM tanpa pengelompokan dengan <i>K-Means</i>	38
Gambar 19 Tahapan <i>Training</i> dan <i>Testing</i> dengan metode SVM dengan pengelompokan <i>K-Means</i> dan <i>Bag of Features</i> (BoF).....	39
Gambar 20 <i>Confusion Matrix</i>	42
Gambar 21 <i>Cropping</i> Citra ke bagian kulit yang terpapar penyakit	46
Gambar 22 <i>Scale-space</i> dari citra dan hasil <i>Difference of Gaussian</i> (DoG).....	46
Gambar 23 Hasil Laplacian of Gaussian pada citra DoG (kiri) dan pada citra sebenarnya (kanan).....	47
Gambar 24 Hasil <i>keypoints</i> setelah dilakukan tahapan <i>Keypoints Localization</i> ...	47
Gambar 25 Contoh <i>keypoints</i> dan nilai deskriptor dari suatu citra	48
Gambar 26 Contoh perubahan nilai deskriptor gambar ke vektor kelompok <i>K-Means</i> untuk <i>threshold keypoints</i> = 40 dan nilai <i>k</i> = 10%	49
Gambar 27 <i>Confusion matrix</i> dari hasil pengujian dengan menggunakan metode SVM tanpa menggunakan pengelompokan <i>K-Means</i>	53
Gambar 28 <i>Confusion matrix</i> dari hasil pengujian dengan metode SVM menggunakan pengelompokan <i>K-Means</i>	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Contoh SVM dengan pendekatan <i>One-Against-All</i>	28
Tabel 2 Contoh SVM dengan pendekatan <i>One-Against-One</i>	28
Tabel 3 Rincian data penyakit kulit	43
Tabel 4 Kategori jenis penyakit kulit	45
Tabel 5 Hasil pengujian model untuk "Bukan Alergi dan Jamur" vs "Alergi atau Jamur" dengan metode SVM.....	51
Tabel 6 Hasil pengujian model untuk "Alergi Kulit" vs "Jamur Kulit" dengan metode SVM	52
Tabel 7 Hasil pengujian model untuk "Bukan Alergi dan Jamur" vs "Alergi atau Jamur"	54
Tabel 8 Hasil pengujian model untuk "Alergi Kulit" vs "Jamur Kulit"	55

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
SIFT	<i>Scale Invariant Feature Transform</i>
SSJ / SJS	Sindrom Stevens-Johnson / <i>Stevens-Johnson Syndrome</i>
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
BoF	<i>Bag of Features</i>
σ	Sigma
e	konstanta matematika (2,71828 18284 59045 23536 02874 71352)
SURF	<i>Speeded Up Robust Features</i>
x_i	Data ke- i
y_i	Label data ke- i
b	Bias
w atau θ	Bobot SVM
C	<i>Regularization strength</i>
ξ_i	<i>Hinge loss</i>
α	<i>Learning rates</i>
$\frac{\partial y}{\partial x} J(\theta)$	<i>Cost gradient</i>
OAA	<i>One-Against-All</i>
OAO	<i>One-Against-One</i>
TP	<i>True Positive</i>
TN	<i>True Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
FN	<i>False Negative</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Source code</i> model klasifikasi menggunakan SVM dengan pengelompokan <i>K-Means</i>	66
Lampiran 2	<i>Source code</i> model klasifikasi menggunakan SVM tanpa pengelompokan <i>K-Means</i>	76
Lampiran 3	Data citra mentah yang digunakan.....	86
Lampiran 4	Data citra yang telah dilakukan proses <i>cropping</i>	90

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Klasifikasi Penyakit Pada Citra Kulit Menggunakan Metode Support Vector Machine*”. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Saudari Steffi Chandra dan Saudari Christin Chandra, selaku saudari kandung penulis yang selalu memberikan semangat untuk penyelesaian skripsi penulis.
2. Ibu Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T. dan Ibu Anugrayani Bustamin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak A. Ais Prayogi Alimuddin, S.T., M.Eng., selaku penasehat akademik penulis.
4. Dosen-dosen Departemen Teknik Informatika yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat untuk penulis.
5. Saudara(i) IGNITER16, selaku teman angkatan penulis yang memberikan banyak pelajaran hidup dan membawa kebahagiaan untuk penulis selama proses studi hingga menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Sehingga penulis memohon maaf dan mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Makassar, 20 April 2023

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kulit merupakan lapisan terluar dari tubuh manusia, yang berfungsi melindungi bagian dalam tubuh dari dunia luar seperti virus, bakteri, dan mengatur perubahan suhu. Sama halnya seperti bagian tubuh pada manusia, kulit juga tidak terlepas dari penyakit. Beberapa penyakit yang sering dialami oleh orang Indonesia adalah psoriasis, kusta atau Hansen, dermatitis, scabies, panu, cacar, dan lain-lain (Isro'in dan Andarmoyo, 2012).

Berdasarkan data kesehatan dari Profil Kesehatan Indonesia tahun 2010 yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan RI, penyakit kulit menempati tempat ketiga sebagai penyakit rawat jalan terbanyak pada rumah sakit di seluruh Indonesia (Kemenkes RI, 2010). Akan tetapi dengan banyaknya penderita penyakit kulit yang ada, tidak sebanding dengan jumlah dokter spesialis kulit di daerah. Dimana penyebaran dokter hanya ditempatkan pada kota – kota besar saja. Hal ini dapat dilihat pada persentase puskesmas tanpa dokter tertinggi ada di provinsi Papua (48,18%), diikuti oleh provinsi Papua Barat (42,07%) dan provinsi Maluku (23,45%). Sedangkan provinsi dimana tidak ada puskesmas tanpa dokter di wilayahnya (0%) adalah provinsi Bali, provinsi DI Yogyakarta, provinsi Jawa Tengah, provinsi DKI Jakarta, dan provinsi Kep. Bangka Belitung (Kemenkes RI, 2020).

Dengan kurangnya ketersediaan dokter di beberapa daerah, maka akan ada banyak penderita yang tidak dapat menerima penanganan yang sesuai untuk penyakitnya. Penderita hanya dapat mengunjungi puskesmas atau apotek untuk mengonsultasikan penyakitnya. Hal ini dapat berujung pada penanganan yang tidak tepat atau pemberian obat yang salah, yang dapat berakibat fatal dan menyebabkan penyakit tak kunjung sembuh.

Selain itu, ada beberapa penyakit yang memiliki tampilan yang hampir mirip seperti kulit berjamur dan kulit alergi (eksim). Kulit berjamur dan eksem secara umum dapat menimbulkan keluhan yang serupa menurut kasat mata. Namun jika

hal ini diteliti lebih dalam, sebenarnya kulit berjamur dan kulit alergi merupakan suatu hal yang berbeda (Reza Pahlevi, 2016).

Dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini, masalah-masalah yang dihadapi dapat diselesaikan, yaitu dengan membuat sistem otomatis yang dapat mengetahui jenis penyakit yang diderita dan memberikan penanganan untuk penyakit tersebut berdasarkan dari citra kulit penderita.

Pada penelitian ini citra gambar kulit akan diklasifikasikan jenis penyakit kulitnya ke dalam kategori penyakit yang disebabkan oleh alergi, jamur, atau tidak keduanya. Citra kulit yang diperoleh ini akan diekstraksi fiturnya dengan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT). SIFT adalah suatu metode ekstraksi fitur yang digunakan untuk mendeteksi dan menggambarkan titik-titik penting pada suatu gambar dengan cara yang *invariant* terhadap perubahan ukuran (*scale*) dan rotasi pada gambar. SIFT juga sering digunakan dalam aplikasi pengenalan objek, dan pencocokan citra (D.G. Lowe, 2004).

Pada penelitian ini akan digunakan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM). SVM merupakan salah satu metode dalam *supervised learning* yang biasanya digunakan untuk klasifikasi dan regresi. SVM digunakan untuk mencari *hyperplane* terbaik dengan memaksimalkan jarak antar kelas. *Hyperplane* adalah sebuah fungsi yang dapat digunakan untuk pemisah antar kelas (Merianti, 2020). SVM ini yang nantinya akan digunakan untuk mengolah data fitur yang sudah diekstraksi sebelumnya untuk diklasifikasikan ke dalam kategori penyakit yang disebabkan oleh alergi, jamur, atau tidak keduanya. Dari penjelasan di atas, maka dirancang suatu penelitian berjudul “***Klasifikasi Penyakit pada Citra Kulit Menggunakan Metode Support Vector Machine***”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses mengklasifikasikan jenis penyakit kulit yang diderita berdasarkan citra kulit?
2. Bagaimana kinerja sistem dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dalam mengklasifikasikan jenis penyakit pada kulit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang sistem yang dapat mengklasifikasikan jenis penyakit berdasarkan citra kulit.
2. Untuk mengetahui kinerja metode *Support Vector Machine* (SVM) dalam melakukan klasifikasi jenis penyakit pada kulit.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, penelitian ini dijadikan sebagai sarana bermanfaat untuk meningkatkan dan mengimplementasikan pengetahuan penulis mengenai cara ekstraksi fitur dari citra gambar serta pengimplementasian metode *Support Vector Machine* (SVM).
2. Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar penelitian pengembangan selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Citra gambar yang digunakan diambil menggunakan kamera *smartphone*.
2. Kategori jenis penyakit yang digunakan dalam penelitian ini adalah penyakit kulit yang disebabkan oleh alergi dan jamur.
3. Fitur yang digunakan dalam penelitian ini diekstraksi menggunakan algoritma *Scale-Invariant Feature Transform* (SIFT).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

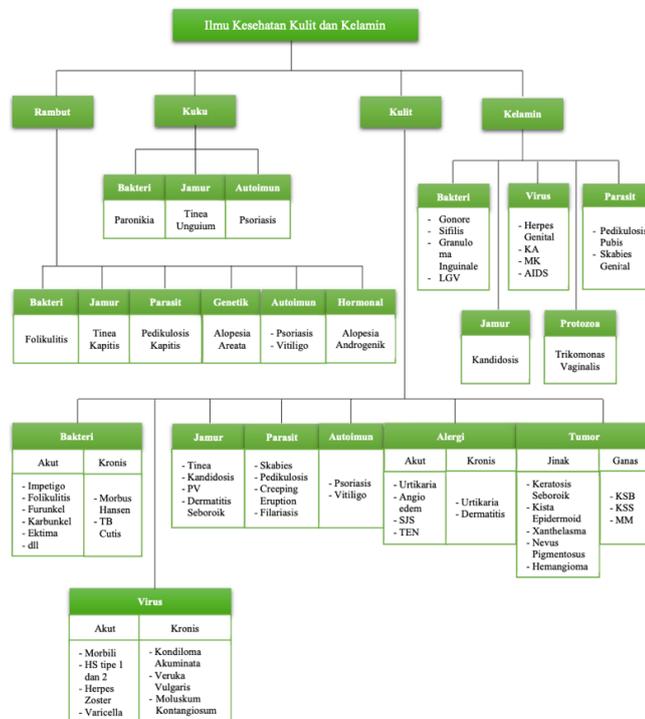
2.1 Penyakit Kulit

2.1.1 Pengertian Penyakit Kulit

Penyakit kulit adalah kondisi medis yang mempengaruhi kulit, rambut, dan kuku. Penyakit kulit dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti infeksi, alergi, lingkungan, keturunan, dan faktor lainnya. Gejala penyakit kulit dapat bervariasi dari ruam, bintik-bintik, gatal, luka, hingga perubahan warna pada kulit. Beberapa contoh penyakit kulit yang umum meliputi dermatitis atopik, psoriasis, eksim, herpes zoster, dan jerawat (Sukmawati Tansil dkk, 2021).

2.1.2 Jenis Penyakit Kulit

Secara umum, penyebab penyakit pada lokasi di atas adalah virus, bakteri, jamur, parasit, alergi, autoimun, tumor dan penyakit sistemik yang menimbulkan kelainan pada lokasi tersebut. Skema singkat mengenai penyakit kulit dan kelamin yang sering ditemui sebagai berikut (Sukmawati Tansil dkk, 2021).



Gambar 1 Skema penyakit kulit dan kelamin yang sering ditemui

2.1.3 Penyakit Alergi Kulit

Penyakit alergi kulit merupakan salah satu cabang dari penyakit yang dipelajari pada bidang ilmu penyakit kulit dan kelamin. Pada bidang ilmu kulit, penyakit alergi kulit banyak terjadi dimasyarakat, mereka datang kedokter dengan keluhan gatal, sehingga mengganggu tidur ataupun aktifitas sehari hari. Beberapa penyakit alergi kulit mempunyai gejala yang membahayakan jiwa, kulit seperti luka bakar yang mengelupas seluruh tubuh, hingga pendarahan bawah kulit (Sukmawati Tansil dkk, 2021).

Alergi kulit ini dapat terjadi karena faktor eksternal ataupun internal. Faktor eksternal bisa dari alergi makanan, bahan bahan tertentu, tungau, bahkan hirup seperti debu. Lingkungan dan udara yang kurang bersih terutama di kota kota besar di Indonesia, menyebabkan frekuensi penyakit alergi kulit ini banyak dijumpai. Zat-zat yang menjadi bagian atau yang digunakan dalam pengolahan kebutuhan makanan, pakaian, perumahan, obat-obatan, perawatan kecantikan, penanggulangan serangga, selain bermanfaat pada manusia, pada individu yang peka dapat menjadi sumber gangguan dan siksaan. Banyak anak anak yang mempunyai faktor internal seperti keturunan atopi seperti dermatitis atopik atau disebut kulit sensitif sehingga makin memudahkan terjadinya penyakit kulit alergi (Sukmawati Tansil dkk, 2021).

a. **Angioedema**

Angioedema adalah edema yang melibatkan lapisan yang lebih dalam dari kulit yaitu dermis, jaringan subkutan, mukosa dan submukosa karena terjadinya peningkatan permeabilitas kapiler akibat mediator inflamasi. Angioedema pertama kali disebarluaskan oleh Heinrich Quincke pada tahun 1882 sehingga angioedema sering juga disebut dengan Quincke edema. Pada angioedema, edema yang timbul adalah non-pitting, berbatas tegas, pucat dan tidak gatal namun angioedema dapat juga timbul bersamaan dengan urtikaria sehingga bisa disertai gatal-gatal dan kemerahan. Angioedema dapat terjadi pada daerah wajah terutama di daerah bibir dan mata, telinga, saluran pernafasan, saluran pencernaan, kardiovaskuler, tangan, kaki dan alat kelamin. Apabila terjadi pada lidah dan saluran pernafasan bagian atas serta berlangsung dengan cepat, dapat

mengancam nyawa karena terjadinya obstruksi jalan nafas (Oka Sari Gusti, 2019).

Angioedema dapat terjadi pada semua usia tetapi paling sering terjadi pada usia dewasa muda. Sekitar 10 – 20 % penduduk di seluruh dunia akan mengalami angioedema dalam masa kehidupan mereka, kejadiannya sama antara wanita dan laki-laki, sedangkan di Amerika angka kejadiannya sekitar 15 – 25 % dari seluruh penduduk. Angioedema dapat muncul dengan ataupun tanpa urtikaria. Sekitar 50% pasien mengalami angioedema bersamaan dengan urtikaria, 10% pasien mengalami angioedema tanpa disertai urtikaria dan 40% pasien mengalami urtikaria tanpa adanya angioedema (Oka Sari Gusti, 2019).

b. Sindrom Stevens-Johnson

Stevens Johnson Syndrome (SJS) merupakan suatu sindroma atau kumpulan gejala yang mengenai kulit, selaput lendir, dan mata dengan keadaan umum yang bervariasi dari ringan sampai berat. Penyakit ini bersifat akut dan pada bentuk yang berat dapat menyebabkan kematian, oleh karena itu penyakit ini merupakan salah satu kegawatdaruratan penyakit kulit. Sindroma ini merupakan salah satu contoh immune-complex-mediated hypersensitivity, atau yang juga disebut reaksi hipersensitivitas tipe III, di mana kejadiannya dapat diinduksi oleh paparan obat, infeksi, imunisasi, maupun akibat paparan fisik lain kepada pasien. Stevens Johnson Syndrome berisiko menimbulkan kematian, perawatan dan pengobatan pasien SJS sangat membutuhkan penanganan yang tepat dan cepat. Adapun terapi yang bisa diberikan antara lain perawatan terhadap kulit dan penggantian cairan tubuh, perawatan terhadap luka, serta perawatan terhadap mata. Kelangsungan hidup pasien Stevens Johnson Syndrome bergantung pada tingkat pengelupasan kulit, di mana apabila pengelupasan kulit semakin meluas, maka prognosinya dapat menjadi semakin buruk. Selain itu, variabel lain seperti dengan usia penderita, keganasan penyakit tersebut, denyut jantung, kadar glukosa, kadar BUN dan tingkat bikarbonat juga dapat mempengaruhi kelangsungan hidup pasien (Julia Fitriani, 2019).

c. **Toxic-Epidermal Necrolysis**

Toxic Epidermal Necrolysis (TEN) atau Lyell's syndrome adalah kelainan kulit yang memerlukan penanganan segera yang paling banyak disebabkan oleh obat-obatan. Meskipun begitu, etiologi lainnya, termasuk infeksi, keganasan, dan vaksinasi, juga bisa menyebabkan penyakit ini. Toksik Epidermal Nekrolisis merupakan reaksi mukokutaneous khas onset akut dan berpotensi mematikan, yang biasanya terjadi setelah dimulainya pengobatan (Rita Evalina, 2017).

Kejadian penyakit ini di seluruh dunia adalah 0,4 sampai 1,2 kasus per 1 juta penduduk per tahun. Berdasarkan jenis kelamin, lebih sering mengenai wanita, dapat mengenai semua kelompok usia tetapi lebih umum pada orang tua. Kemungkinan karena meningkatnya jumlah obat yang dikonsumsi oleh kelompok usia tersebut (Rita Evalina, 2017).

d. **Urtikaria Akut**

Urtikaria adalah kelainan kulit yang ditandai dengan peninggian kulit yang timbul mendadak dan/atau disertai angiodema; ukurannya bervariasi, biasanya dikelilingi eritema, terasa gatal atau sensasi terbakar, umumnya menghilang dalam 1-24 jam. Angioedema terjadi akibat edema lapisan dermis bagian bawah dan jaringan subkutan, biasanya lebih dirasakan sebagai sensasi nyeri, dan menghilang setelah 72 jam (Melisa Sinanoto, 2017).

Urtikaria dapat diklasifikasikan berdasarkan durasi dan faktor pencetus. Berdasarkan durasi, urtikaria dapat diklasifikasikan menjadi urtikaria akut (<6 minggu) dan urtikaria kronis (>6 minggu).¹ Urtikaria harus dibedakan dengan kondisi atau penyakit lain yang menimbulkan peninggian kulit atau angioedema, seperti tes tusuk kulit, reaksi anafilaksis, sindrom autoinflamasi, dan hereditary angioedema. Urtikaria mempunyai dampak cukup signifikan terhadap kualitas hidup penderitanya, meskipun sering dianggap ringan (Melisa Sinanoto, 2017).

e. **Fixed Drug Eruption**

Fixed drug eruption (FDE) merupakan salah satu bentuk erupsi kulit karena obat yang unik. FDE ditandai oleh macula hiperpigmentasi dan kadang-kadang bula di atasnya, yang dapat muncul kembali di tempat yang sama bila

minum obat yang sama. FDE adalah erupsi alergi obat yang melulu dicetuskan oleh obat atau bahan kimia. Tidak ada faktor etiologi lain yang dapat mengelitisasi (Donna Partogi, 2008).

f. Napkin Eczema

Napkin eczema atau diaper dermatitis adalah reaksi inflamasi pada kulit daerah perineum dan perianal (daerah popok). Diketahui Napkin eczema ini mempengaruhi 7% sampai 35% dari populasi umum, dengan insiden terbesar antara usia 9 sampai 12 bulan. Penggunaan popok merupakan salah satu faktor penyebabnya. Keberadaan feses dan urin yang menumpuk pada popok dalam waktu yang lama dapat meningkatkan pH kulit menjadi basa sehingga berpengaruh terhadap kerusakan barrier kulit. Apabila hal ini terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan gangguan kulit seperti eritem dan maserasi karena peningkatan pH kearah basa, dengan nilai ($\text{pH} > 7$) (Adi Topan R., 2021).

g. Dermatitis Kontak Iritan

Dermatitis kontak iritan atau DKI merupakan peradangan pada kulit akibat efek sitotoksik langsung dari bahan kimia, fisik, atau agen biologis pada sel-sel epidermis tanpa adanya produksi dari antibody spesifik (I Putu Gilang, 2016).

Dermatitis kontak iritan disebabkan oleh faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen yang menyebabkan terjadinya DKI antara lain yaitu genetik, jenis kelamin, umur, etnis, lokasi kulit, dan riwayat atopi. Faktor eksogen meliputi sifat-sifat kimia iritan (pH, keadaan fisik, konsentrasi, ukuran molekul, jumlah, polarisasi, ionisasi, bahan pembawa dan kelarutan), karakteristik paparan (jumlah, konsentrasi, durasi, jenis kontak, paparan simultan terhadap iritan lainnya, dan interval setelah paparan sebelumnya), faktor lingkungan (suhu, dan kelembapan), faktor mekanik (tekanan, gesekan, atau abrasi), dan radiasi ultraviolet (UV) (I Putu Gilang, 2016).

h. Dermatitis Kontak Alergi

Dermatitis kontak alergi merupakan reaksi imunologis yang cenderung melibatkan kulit sekitarnya dan dapat menyebar pada area sekitarnya. Penyakit

kulit ini merupakan salah satu masalah dermatologi yang paling sering dan menghabiskan biaya. Data terbaru dari Inggris dan Amerika Serikat menunjukkan bahwa persentase dermatitis kontak akibat kerja karena alergi lebih tinggi, dimana akan memberi peningkatan terhadap dampak ekonomi pada dermatitis kontak alergi akibat kerja. Belum ada data yang cukup mengenai dermatitis kontak alergi di Indonesia, namun dalam penelitian terhadap penata rias di Denpasar, sekitar 27,6 persen mengalami efek samping dari kosmetika, dimana 25,4 persen di antaranya bermanifestasi sebagai dermatitis kontak alergi. Diagnosis daripada dermatitis kontak alergi dibuat berdasarkan anamnesis, pemeriksaan fisik, uji tempel, dan harus dibedakan dengan penyakit eksema kulit lainnya. Penanganannya yaitu pencegahan terhadap paparan alergen, terapi simptomatis, dan physicochemical barrier (Trisna Y., 2013).

i. Dermatitis Numularis

Dermatitis numularis (DN) atau discoid eczema merupakan dermatitis dengan gambaran klinis plak eksematous, berbentuk koin, batas tegas, terdapat papul dan vesikel di bagian atasnya, dengan ekskoriiasi dan impetiginized. DN sering disertai rasa gatal sedang sampai berat, dan kadang-kadang rasa panas. Daerah predisposisi pada tungkai bawah, ekstremitas atas (terutama bagian dorsal tangan) dan badan. Wujud kelainan kulit cenderung meluas secara simetris. Dermatitis numularis lebih sering terjadi pada usia dewasa daripada anak-anak, dan lebih sering pada laki-laki daripada wanita dengan perbandingan 2:1 (Siti Aminah, 2009).

Penyebab DN yang sebenarnya belum diketahui, namun terdapat beberapa hipotesis yang diajukan sebagai faktor penyebab. Kolonisasi bakterial (Staphylococci) dan micrococci, dermatitis kontak terhadap nikel, khromat dan kobalt, trauma fisik maupun khemis, lingkungan (kelembaban yang rendah, udara panas) serta stress emosional berhubungan dengan timbulnya maupun kambuhnya DN (Siti Aminah, 2009).

j. Liken Simpleks Kronik/Neurodermatitis

Liken simpleks kronik (LSK) merupakan peradangan kulit kronis, gatal, dan sirkumskrip yang ditandai dengan penebalan kulit dan kulit tampak lebih menonjol (likenisifikasi) akibat garukan atau gosokan yang berulang-ulang. Liken simpleks kronik disebut juga sebagai neurodermatitis sirkumskripta atau liken Vidal (Andini Saraswati, 2016).

k. Sirkumskripta

Neurodermatitis sirkumskripta adalah peradangan kulit kronis, gatal, sirkumskrip, khas ditandai dengan kulit yang tebal dan likenisifikasi (garis kulit tampak lebih menonjol). Keluhan utama yang dirasakan pasien berupa gatal bersifat paroksismal dan dirasakan terutama jika tidak beraktivitas. Lesi yang timbul dapat muncul hanya pada satu tempat, tetapi dapat juga dijumpai pada beberapa tempat (Andini Saraswati, 2016).

Neurodermatitis sirkumskripta sering ditemui pada masyarakat umum usia dewasa (lebih dari 20 tahun), puncak insidennya antara 30-50 tahun. Insiden terjadi lebih sering pada wanita daripada pria (Andini Saraswati, 2016).

Neurodermatitis sirkumskripta dapat disertai prurigo nodularis pada rentang usia 20 hingga 60 tahun. Pasien dengan koeksistensi dermatitis atopi cenderung memiliki onset umur yang lebih muda yaitu rata-rata 19 tahun, dibandingkan dengan pasien tanpa atopi rata-rata 48 tahun (Andini Saraswati, 2016).

l. Dermatitis Atopik

Dermatitis atopik (DA) merupakan penyakit kulit yang paling sering ditemui pada praktek umum, dan paling sering terjadi pada masa bayi dan anak-anak. Penyakit kulit ini diturunkan secara genetik, ditandai oleh inflamasi, pruritus, dan lesi eksematosa dengan episode eksaserbasi dan remisi. Penyakit ini sangat mempengaruhi kualitas hidup pasien maupun keluarga dan orang-orang terdekat pasien (Theresia Movita, 2014).

Sekitar 10-20% anak dan 1-3% dewasa di dunia menderita penyakit ini dan insidensinya cenderung meningkat di berbagai belahan dunia. Onset DA sering

pada masa anak-anak mulai dari lahir sampai usia 5 tahun. Meskipun DA penyakit kronis, 60- 70% penderitanya sembuh sebelum usia dewasa (Theresia Movita, 2014).

2.1.4 Penyakit Jamur Kulit

Infeksi tinea (jamur) adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur yang berbeda-beda. Jamur-jamur tersebut mempengaruhi bagian-bagian tubuh yang berbeda. Gejala-gejala infeksi jamur ini diberi nama berdasarkan letak jamur itu terjadi, seperti jamur pada seluruh kulit tubuh (tinea Corporis), jamur kulit kepala (tinea capitis), jamur kaki (tinea pedis, kurap kaki), jamur selangkangan (tinea cruris), dan jamur kuku (tinea unguium) (Sukmawati Tansil dkk, 2021).

Penyebab penyakit kulit jamur bukanlah cacing, tetapi sejumlah kecil jamur yang hanya bisa dilihat di bawah mikroskop yang dikenal dengan dermatofit (tinea). Jamur *malassezia furfur* sangat populer, *Trichophyton*, *Microsporum* dan *Epidermophyton* (Sukmawati Tansil dkk, 2021).

a. Tinea Kapitis

Tinea kapitis disebut juga tinea tonsurans atau ringworm of the scalp adalah infeksi pada rambut dan kulit kepala oleh dermatofita yang terutama terjadi pada anak-anak usia 3-7 tahun. Tinea kapitis dapat disebabkan oleh semua spesies dermatofita yaitu yang termasuk dalam klasifikasi *Microsporum* (M) dan *Trichophyton* (T) kecuali *Epidermophyton floccosum* dan *Trichophyton concentricum*. Distribusi dermatofita berbeda tiap negara tergantung beberapa faktor yaitu letak geografi, iklim dan gaya hidup (Veronica, 2016).

b. Tinea Unguium

Tinea unguium (ringworm of the nail) adalah kelainan kuku yang disebabkan oleh infeksi jamur dermatofit. Sedangkan onikomikosis adalah infeksi pada kuku yang disebabkan oleh jamur yang termasuk dermatofit, *candida*, dan kapang yang lain penyebab tersering adalah *Trichophyton rubrum*, di ikuti oleh *Trichophyton mentagrophytes* dan *Epidermophyton floccosum*. *Trichophyton rubrum* sering ditemukan pada kuku tangan, sedangkan *Trichophyton mentagrophytes* terutama pada kuku kaki (Syafira Diska, 2021).

c. **Tinea Barbae**

Tinea barbae adalah infeksi dermatofita langka yang menyerang kulit, rambut, dan folikel rambut pada janggut dan kumis. Tinea barbae pertama kali dijelaskan oleh Gruby pada tahun 1842 sebagai infeksi jamur pada area janggut, di mana elemen jamur membentuk selubung terus menerus di sekitar rambut. Gruby menamai jamur itu "mentagrophyte", yang berarti "tanaman dagu". Tinea barbae juga dikenal sebagai tinea sycosis, karena salah satu manifestasi klinisnya adalah peradangan pada folikel rambut. Tinea barbae di masa lalu biasanya disebabkan oleh pisau cukur yang tidak bersih yang digunakan oleh tukang cukur. Oleh karena itu, biasanya disebut sebagai barber's itch and beard ringworm (Kuruvella, 2022).

d. **Tinea Fasialis**

Tinea fasialis adalah suatu infeksi dermatofita superfisial yang mengenai daerah wajah. Pada wanita dan anak-anak, infeksi dapat terjadi pada semua daerah wajah, termasuk pada daerah bibir bagian atas dan dagu, sedangkan pada pria keadaan seperti ini disebut sebagai tinea barbae (Khairina, 2013).

Tinea fasialis dapat disebabkan oleh berbagai spesies dermatofita, yaitu *Microsporum*, *Trichophyton* dan *Epidermophyton*. Secara umum, penyebab tinea fasialis adalah *Microsporum canis*, di Asia penyebab tersering adalah *Trichophyton mentagrophytes* dan *Trichophyton rubrum* sedangkan di Amerika sering disebabkan oleh *Trichophyton tonsurans* (Khairina, 2013).

Keluhan utama adalah berupa rasa gatal. Pada bentuk klasik dari tinea fasialis, didapati lesi yang anuler, bulat atau lonjong, berbatas tegas dan biasanya terdapat satu lesi ataupun multipel. Beberapa lesi yang berdekatan dapat bergabung sehingga membentuk gambaran pinggir lesi yang polisiklik. Umumnya lesi berupa makula atau plak yang eritematosa dan berskuama dengan bagian pinggir lesi lebih aktif dan bagian tengah lebih tenang (central healing). Pada tepi lesi dijumpai papul-papul eritematosa atau vesikel (Khairina, 2013).

e. Tinea Manus

Tinea manus pertama kali dijelaskan oleh Fox pada tahun 1870 dan Pellizaari tahun 1888. Bersama dengan tinea pedis, tinea manus adalah salah satu tipe dermatofitosis kronis yang biasa dan sering diderita pada usia dewasa. Hal ini mungkin berkaitan dengan kurangnya glandula sebacea dan lipid fungistatiknya (Anugrah Ramadhany, 2018).

Tinea manus adalah dermatofitosis pada tangan yang sering terjadi di tangan yang dominan digunakan dan sering berhubungan dengan Tinea pedis. Tinea manus biasanya asimtomatis dengan perjalanan penyakit dalam hitungan bulan sampai tahun. Etiologi tersering dari tinea manus adalah *Trichophyton rubrum*. Hal ini dapat timbul dengan gejala eritema dan skuama minimal pada dorsum tangan namun lesi tinea manum kronis yang terletak didaerah palmar mungkin bersisik dan hiperkeratotik (Anugrah Ramadhany, 2018).

f. Tinea Korporis

Tinea korporis adalah infeksi dermatofita superfisial yang ditandai lesi inflamasi maupun non inflamasi pada kulit yang tidak berambut (glabrous skin) yaitu seperti pada bagian muka, leher, badan, lengan, tungkai dan gluteal (Minerva, 2017).

Tinea korporis didapatkan lebih banyak pada Laki-laki pasca pubertas dibanding wanita, dapat terjadi pada semua usia, biasanya mengenai usia 18-25 tahun serta 40-50 tahun. Tinea korporis juga bisa didapatkan pada pekerja yang berhubungan dengan hewan-hewan. Maserasi dan oklusi kulit lipatan menyebabkan peningkatan suhu dan kelembaban kulit sehingga menyebabkan terjadinya infeksi. Penularan juga dapat terjadi melalui kontak langsung dan kontak tidak langsung. Kontak langsung bisa didapatkan dari individu yang terinfeksi atau kontak tidak langsung melalui benda yang mengandung jamur, misalnya handuk, lantai kamar mandi, tempat tidur, dan lain-lain (Minerva, 2017).

g. Tinea Kruris

Tinea kruris adalah mikosis superfisial atau disebut juga Eczema marginatum, Dobie itch, Jockey itch, Ringworm of the groin. yang termasuk golongan dermatofitosis pada lipatan paha, daerah perineum, dan sekitar anus. Kelainan ini dapat bersifat akut atau menahun, bahkan dapat merupakan penyakit yang berlangsung seumur hidup. Lesi kulit dapat terbatas pada daerah genitokrural saja, atau meluas ke daerah sekitar anus, daerah gluteus dan perut bagian bawah, atau bagian tubuh yang lain (Putra, 2014).

Tinea kruris (jock itch) merupakan dermatofitosis pada sela paha, genitalia, daerah pubis, perineum dan perianal. *Trichophyton rubrum* (*T. Rubrum*) merupakan penyebab utama, diikuti oleh *Trichophyton mentagrophytes* dan *Epidermophyton floccosum* (*E. Floccosum*) *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes* dan *Epidermophyton floccosum* merupakan dermatofit yang menyukai daerah yang hangat dan lembab pada intertriginosa dan kulit yang mengalami oklusi seperti disela paha (Putra, 2014).

h. Dermatitis Seboroik

Dermatitis seboroik (DS) yang juga disebut dengan eksema seboroik, adalah penyakit yang sering terjadi yang ditandai oleh adanya sisik diatas dasar kulit kemerahan. Penyakit peradangan kronis superfisial ini sering mengenai daerah kulit yang memiliki produksi sebum yang tinggi dan daerah lipatan. Walaupun patogenesisnya belum sepenuhnya diketahui, diperkirakan terdapat hubungan dengan produksi sebum yang berlebihan dan ragi komensal *Malassezia* (Stefani Nuhradi, 2017).

Dermatitis seboroik pertamakali dideskripsikan oleh Unna, yang menduga *Malassezia furfur* (*Pityrosporum ovale*) sebagai faktor kausatif. Penggolongan penyakit ini telah didiskusikan selama puluhan tahun, berfokus pada disfungsi kelenjar sebacea dan tingginya jumlah *Malassezia furfur* yang ada pada sisik DS. Pada tahun 1984, Shuster menyatakan bahwa DS dapat ditekan dengan ketokonazol sistemik. Temuan ini berkaitan dengan studi baru-baru ini yang menjelaskan bahwa DS berhubungan erat dengan ragi *Pityrosporum* (Stefani Nuhradi, 2017).

i. Kandidiasis

Kandidiasis adalah suatu infeksi jamur yang disebabkan oleh *Candida* spp. dan merupakan salah satu infeksi jamur yang sering ditemukan menyerang manusia. Kandidiasis terjadi karena adanya pertumbuhan jamur secara berlebihan yang dalam kondisi normal muncul dalam jumlah yang kecil. Kandidiasis terdapat di seluruh dunia dengan sedikit perbedaan penyakit pada setiap area. Infeksi yang disebabkan oleh jamur *Candida* dapat berupa akut, subakut atau kronis pada seluruh tubuh manusia. Kandidiasis sistemik paling sering dijumpai dan terjadi jika jamur *Candida* masuk ke dalam aliran darah terutama ketika ketahanan host menurun (Darmada, 2018).

j. Pitiriasis Versikolor

Pitiriasis versikolor atau dikenal dengan panu adalah infeksi jamur superfisial ditandai dengan perubahan pigmen kulit akibat kolonisasi stratum korneum oleh ragi lipofilik dari genus *Malassezia*, *Malassezia furfur* (dikenal juga sebagai *Pityrosporum orbiculare*, *Pityrosporum ovale*, *Malassezia ovalis*). *Malassezia furfur* merupakan flora normal pada yang dapat berubah menjadi bentuk patogen dalam kondisi tertentu, seperti lingkungan dengan suhu dan kelembaban tinggi, produksi kelenjar sebum dan keringat, genetik, keadaan imunokompromais, dan keadaan malnutrisi. *Malassezia* menghasilkan berbagai senyawa yang mengganggu melanisasi kulit sehingga menyebabkan perubahan pigmentasi kulit (Pramono, 2018).

Pitiriasis versikolor banyak dijumpai di daerah tropis dikarenakan tingginya suhu dan kelembaban lingkungan, diperkirakan 40-50% dari populasi di negara tropis terkena penyakit ini. Penyakit ini dapat menyerang semua usia, namun paling banyak pada usia 16-20 tahun (Pramono, 2018).

2.2 Citra**2.2.1 Pengertian Citra**

Citra atau gambar merupakan salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi. Citra juga merupakan suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek.

Citra terbagi menjadi dua macam yaitu citra kontinu (citra analog) dan citra diskrit (citra digital). Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, hasil CT-scan dan lain –lain, sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer (Linda Shapiro, 2006).

2.2.2 Jenis-Jenis Citra Digital

Ada banyak cara untuk menyimpan citra digital di dalam memori. Cara penyimpanan menentukan jenis citra digital yang terbentuk. Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra grayscale dan citra warna.

a. Citra Biner

Citra biner adalah citra dimana piksel-pikselnya hanya memiliki dua buah nilai intensitas yaitu bernilai 0 dan 1 dimana 0 menyatakan warna latar belakang (background) dan 1 menyatakan warna tinta/objek (foreground) atau dalam bentuk angka 0 untuk warna hitam dan angka 255 untuk warna putih. Citra biner diperoleh dari nilai citra threshold sebelumnya (Linda Shapiro, 2006).



Gambar 2 Gradasi Citra Biner

Contoh sebuah citra biner seperti pada gambar berikut.



Gambar 3 Contoh Gambar Citra Biner

b. Citra Grayscale

Citra yang ditampilkan dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat. Citra grayscale berbeda dengan citra “hitam-putih”, dimana pada konteks komputer, citra hitam putih hanya terdiri atas 2 warna saja yaitu “hitam” dan “putih” saja. Pada citra grayscale warna bervariasi antara hitam dan putih, tetapi variasi warna diantaranya sangat banyak. Citra grayscale seringkali merupakan perhitungan dari intensitas cahaya pada setiap pixel pada spektrum elektromagnetik single band (Linda Shapiro, 2006).

Citra grayscale disimpan dalam format 8 bit untuk setiap sample pixel, yang memungkinkan sebanyak 256 intensitas. Format ini sangat membantu dalam pemrograman karena manipulasi bit yang tidak terlalu banyak. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing R, G dan B menjadi citra grayscale dengan nilai X, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G dan B (Linda Shapiro, 2006).

c. Citra Warna (RGB)

Red (Merah), Green (Hijau) dan Blue (Biru) merupakan warna dasar yang dapat diterima oleh mata manusia. Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari ketiga warna dasar RGB. Setiap titik pada citra warna membutuhkan data sebesar 3 byte. Setiap warna dasar memiliki intensitas tersendiri dengan nilai minimum nol (0) dan nilai maksimum 255 (8 bit). RGB didasarkan pada teori bahwa mata manusia peka terhadap panjang gelombang 630nm (merah), 530 nm (hijau), dan 450 nm (biru) (Pratama, 2014).



Gambar 4 Citra Warna pada RGB

Pada gambar di atas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

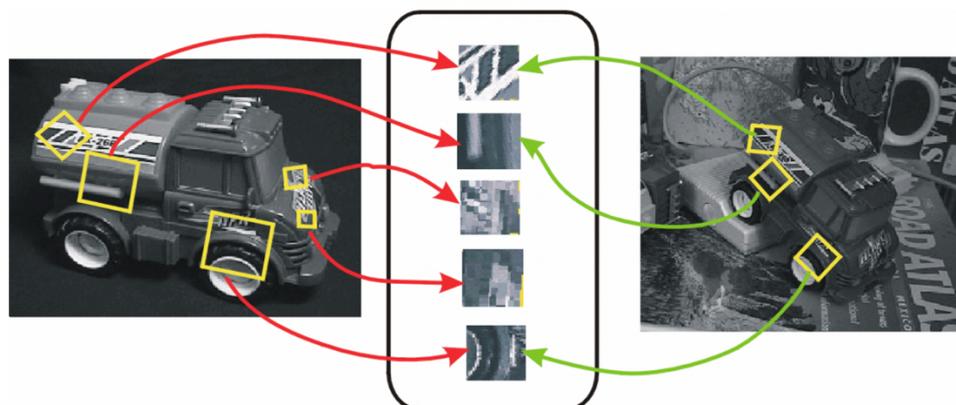
- RGB terdiri dari tiga warna utama, yaitu merah, hijau, dan biru.
- Campuran dua warna pada RGB menghasilkan warna baru, yaitu kuning = merah + hijau, cyan = hijau + biru, dan magenta = biru + merah.
- Bila seluruh warna merah, hijau, dan biru dicampur akan menghasilkan warna putih.
- Bila warna merah, hijau, dan biru tidak dicampur maka akan menghasilkan warna hitam.
- Jenis warna lain akan dihasilkan oleh variasi campuran warna dan intensitas campuran setiap warna.

2.3 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur adalah proses pengambilan ciri sebuah objek yang dapat menggambarkan karakteristik dari objek tersebut. Pada penelitian ini, dua buah metode ekstraksi fitur digunakan, yaitu Scale Invariant Feature Transform (SIFT) dan Bag of Features (BoF).

2.3.1 Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Scale Invariant Feature Transform (SIFT) adalah suatu metode ekstraksi fitur yang digunakan untuk mendeteksi dan menggambarkan titik-titik penting pada suatu gambar dengan cara yang invariant terhadap perubahan ukuran (scale) dan rotasi pada gambar. Metode ini diciptakan oleh Lowe pada tahun 1999 dan menjadi salah satu metode paling populer dalam pengolahan citra dan visi komputer (Lowe, 2014).



Gambar 5 Fitur SIFT

SIFT bekerja dengan cara menemukan titik-titik penting (keypoints) pada gambar dengan menggunakan skala dan lokasi yang berbeda. Kemudian, fitur SIFT diambil dari setiap titik penting dengan menggunakan teknik pendeskripsian berbasis histogram. Fitur ini memiliki karakteristik yang invariant terhadap rotasi dan transformasi skala pada gambar. Oleh karena itu, SIFT sering digunakan dalam aplikasi pengenalan objek, pencocokan citra, dan rekonstruksi 3D. Algoritma SIFT memiliki beberapa langkah, antara lain:

a. **Scale Space Extrema Detection**

Tahapan pertama untuk pencari dan perhitungan gambar dan skala. Secara efisien diimplementasikan dengan fungsi Different of Gaussian Scale Space untuk

melakukan identifikasi titik-titik potensi yang sesuai dengan orientasi dan skala invarian.

Gaussian Blur:

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (2.1)$$

dimana nilai sigma σ sudah ditentukan dan $e = 2.71$. Selanjutnya proses Gaussian Scale Space:

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y) \quad (2.2)$$

dimana $G(x, y, \sigma)$ = gaussian blur dan $I(x, y)$ = original image.

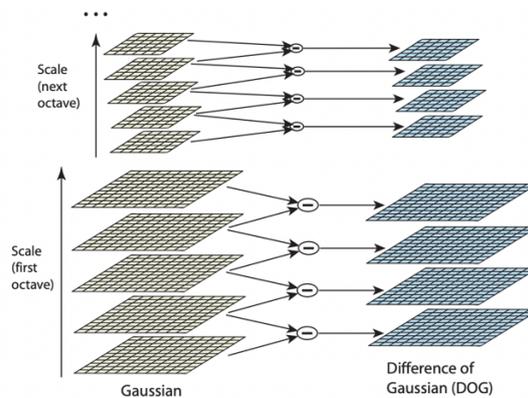
Setelah piramida Gauss dibuat, SIFT mencari titik penting pada citra dengan menggunakan Difference of Gaussian (DoG). DoG adalah operasi pengurangan antara dua piramida Gauss dengan resolusi yang berbeda.

Perhitungan DoG dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) \quad (2.3)$$

atau

$$D(x, y, \sigma) = L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma) \quad (2.4)$$

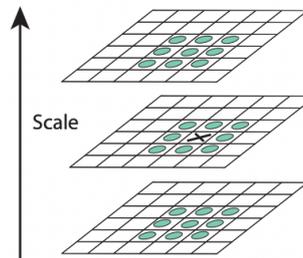


Gambar 6 Tahapan deteksi Scale Space Extrema

b. Keypoint Localization

Deteksi ekstremum atau nilai maksimum dan minimum dilakukan dengan cara membandingkan nilai setiap pixel pada Difference of Gaussian (DoG) scale space dengan delapan pixel yang terdapat di sekelilingnya dan 9 piksel yang bersesuaian pada citra DoG sebelum dan sesudahnya untuk menentukan apakah titik tersebut merupakan titik penting (Lowe, 2004).

Apabila nilai pixel lebih besar atau lebih kecil daripada nilai pixel pembandingnya maka koordinat pixel ditandai sebagai ekstremum. Proses ini bertujuan untuk mencari nilai potensi keypoint (Lowe, 2004).



Gambar 7 Deteksi ekstremum

c. Orientation Assignments

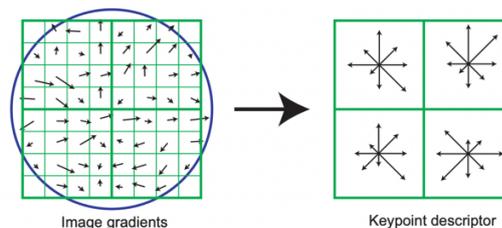
Setelah menemukan titik penting, SIFT menentukan orientasi dari setiap titik tersebut dengan menggunakan histogram gradien pada area sekitar titik. Histogram gradien mengukur arah dan intensitas gradien pada setiap piksel sekitar titik penting (Khomaeni, 2020). Untuk setiap sampel citra $L(x, y)$ magnitude $m(x, y)$ dan orientasi $\theta(x, y)$ dihitung dengan rumus berikut:

$$m(x, y) = \sqrt{(L(x + 1, y) - L(x - 1, y))^2 + (L(x, y + 1) - L(x, y - 1))^2} \quad (2.5)$$

$$\theta(x, y) = \arctan\left(\frac{L(x, y+1) - L(x, y-1)}{L(x+1, y) - L(x-1, y)}\right) \quad (2.6)$$

d. Keypoint Descriptor

Setelah menentukan orientasi titik penting, SIFT menghitung deskriptor fitur untuk setiap titik penting. Deskriptor fitur ini digunakan untuk merepresentasikan setiap titik penting dengan serangkaian angka. Deskriptor ini terdiri dari vektor yang merepresentasikan orientasi dan magnitudo gradien di sekitar titik penting.



Gambar 8 Keypoint deskriptor

Algoritma SIFT telah banyak digunakan dalam aplikasi pengenalan objek, pencocokan citra, dan rekonstruksi 3D. Namun, algoritma ini memiliki kelemahan yaitu waktu komputasi yang cukup tinggi dan membutuhkan banyak memori. Oleh karena itu, terdapat beberapa variasi dari algoritma SIFT yang telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan ekstraksi fitur (Lowe, 2004).

2.3.2 Bag of Features

Bag of Features (BoF) merupakan suatu teknik pengolahan citra yang digunakan untuk merepresentasikan citra dengan cara menghitung frekuensi kemunculan dari kumpulan fitur-fitur lokal yang ada pada citra. BoF digunakan pada berbagai macam aplikasi pengolahan citra seperti klasifikasi citra, deteksi objek, dan pengenalan wajah. Pada umumnya, algoritma BoF terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

- Ekstraksi fitur: citra dipecah menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan fitur-fitur lokal di ekstraksi dari setiap bagian tersebut. Fitur-fitur tersebut biasanya dihasilkan oleh algoritma seperti SIFT atau SURF.
- Kuantisasi fitur: setiap fitur lokal diatribusikan ke kelas tertentu (cluster) dengan teknik k-means clustering atau yang serupa.
- Membentuk histogram fitur: setelah fitur-fitur diatribusikan ke kelas tertentu, citra dapat direpresentasikan sebagai histogram frekuensi kemunculan dari kelas-kelas tersebut.

Dalam tahap kuantisasi fitur, pembentukan kelas tertentu disebut dengan "visual vocabulary". Visual vocabulary akan merepresentasikan kumpulan kelas-kelas yang ada pada dataset citra, sehingga nantinya setiap citra dapat dihitung histogram frekuensi kemunculan kelas-kelas tersebut (Csurka, 2004).

2.3.3 K-Means Clustering

K-Means merupakan salah satu metode pengelompokan data non-hierarki (sekatan) yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk dua atau lebih kelompok. Metode ini mempartisi data ke dalam kelompok sehingga data berkarakteristik sama dimasukkan ke dalam kelompok yang lain. Adapun pengelompokan data ini adalah untuk meminimalkan fungsi objektif yang diset

dalam proses pengelompokkan, yang pada umumnya berusaha meminimalkan variasi di dalam suatu kelompok dan memaksimalkan variasi antarkelompok (Sri Astuti, 2020).

Ide dasar algoritma k-means sangatlah sederhana, yaitu meminimalkan Sum of Squared Error (SSE) antara objek-objek data dengan sejumlah k centroid. Algoritma K-Means bekerja dengan empat langkah, yang diilustrasikan dalam pseudo code di bawah ini. Pertama, dari himpunan data yang akan diklasterisasi, dipilih sejumlah k objek secara acak sebagai centroid awal. Kedua, setiap objek yang bukan centroid dimasukkan ke klaster terdekat berdasarkan ukuran jarak tertentu. Ketiga, setiap centroid diperbarui berdasarkan rata-rata dari objek yang ada di dalam setiap klaster. Keempat, langkah kedua dan ketiga diulang ulang (diiterasi) sampai semua centroid stabil atau konvergen, dalam arti centroid yang dihasilkan dalam iterasi saat ini sama dengan semua centroid yang dihasilkan pada iterasi sebelumnya (Sri Astuti, 2020).

Secara umum, cara kerja dari algoritma *K-Means clustering* adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan k sebagai jumlah kluster yang diinginkan.
- b. Menentukan nilai random untuk pusat centroid (cluster awal) sebanyak k .
- c. Menghitung jarak setiap data input terhadap masing-masing centroid menggunakan rumus jarak Euclidean (Euclidean Distance) sampai menemukan jarak terdekat dari setiap data dengan centroid. Berikut adalah persamaan pada rumus Euclidean Distance:

$$d(a_i, b_j) = \sqrt{\sum (a_i - b_j)^2} \quad (2.7)$$

dengan a_i = data kriteria dan b_j = centroid pada cluster ke- j .

- d. Mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatannya dengan centroid (jarak terkecil).
- e. Memperbaharui nilai centroid. Nilai centroid baru diperoleh dari rata-rata cluster yang bersangkutan dengan menggunakan rumus:

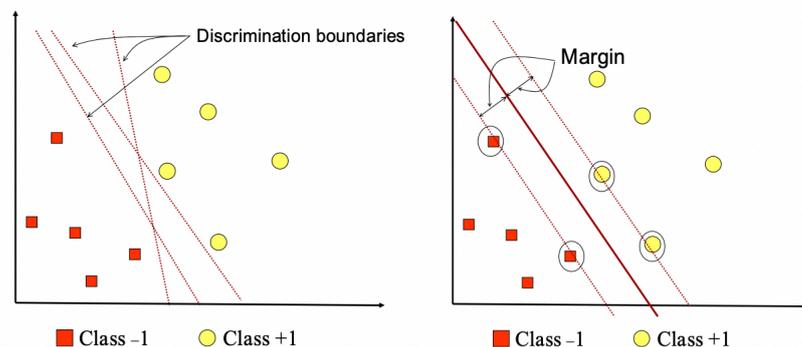
$$b_j^{(t+1)} = \frac{1}{N_{s_j}} \sum_{j \in s_j} a_j \quad (2.8)$$

dengan $b_j^{(t+1)}$ = centroid baru pada iterasi ke $t + 1$ dan N_{s_j} = banyak data pada cluster s_j .

- f. Melakukan perulangan dari langkah 2 hingga 5, sampai anggota tiap cluster tidak ada yang berubah.

2.4 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) pertama kali diperkenalkan oleh Vapnik pada tahun 1992 bersama rekannya Bernhard Boser dan Isabelle Guyon. SVM merupakan algoritma yang bekerja menggunakan pemetaan nonlinier untuk mengubah data pelatihan asli ke dimensi yang lebih tinggi. Dalam hal ini dimensi baru, akan mencari hyperplane untuk memisahkan secara linier dan dengan pemetaan nonlinier yang tepat ke dimensi lebih tinggi, data dari dua kelas selalu dapat dipisahkan dengan hyperplane tersebut. SVM menemukan ini menggunakan support vector dan margin (Merianti 2020).



Gambar 9 SVM berusaha menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan kedua kelas -1 dan +1

Dalam teknik ini, kita berusaha untuk menemukan fungsi pemisah (klasifier) yang optimal yang bisa memisahkan dua kelas yang berbeda. Hyperplane terbaik adalah hyperplane yang terletak di tengah-tengah antara dua set obyek dari dua kelas. Gambar 1, memperlihatkan bagaimana SVM mencari hyperplane terbaik ekuivalen dengan memaksimalkan margin atau jarak dua set dari kelas yang berbeda.

Data pada suatu dataset diberikan variabel x_i , sedangkan untuk kelas pada dataset diberikan variabel y_i . Metode SVM membagi dataset menjadi 2 kelas. Kelas pertama yang dipisah oleh hyperplane bernilai 1, sedangkan kelas lainnya bernilai -1 (Merianti, 2020).

$$x_i \cdot w + b \geq 1 \text{ untuk } y_i = 1 \quad (2.9)$$

$$x_i \cdot w + b \leq -1 \text{ untuk } y_i = -1 \quad (2.10)$$

dengan x_i = data ke- i , w = nilai bobot support vector machine, b = nilai bias, dan y_i = kelas data ke- i .

Bobot vektor (w) adalah garis vektor yang tegak lurus antara titik pusat koordinat dengan garis hyperplane. Bias (b) merupakan koordinat garis relatif terhadap titik koordinat.

$$b = -\frac{1}{2}(W \cdot x^+ + W \cdot x^-) \quad (2.11)$$

$$W = \sum_{i=1}^n \theta_i \cdot y_i \cdot x_i \quad (2.12)$$

dengan b = nilai bias, $W \cdot x^+$ = nilai bobot untuk kelas data positif, $W \cdot x^-$ = nilai bobot untuk kelas negatif, W = bobot vektor, θ_i = nilai bobot data ke- i .

Margin terbesar dapat ditemukan dengan memaksimalkan nilai jarak antara hyperplane dan titik terdekatnya, yaitu $\frac{1}{\|w\|}$. Hal ini dapat dirumuskan sebagai Quadratic Programming problem, yaitu mencari titik minimal persamaan (2.13), dengan memperhatikan constraint persamaan (2.14) (Merianti, 2020).

$$\min_w \tau(w) = \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (2.13)$$

$$y_i(x_i \cdot W + b) - 1 \geq 0, \forall i \quad (2.14)$$

Penjelasan di atas berdasarkan asumsi bahwa kedua belah class dapat terpisah secara sempurna oleh hyperplane. Akan tetapi, umumnya dua buah class pada input space tidak dapat terpisah secara sempurna. Hal ini menyebabkan constraint pada persamaan (2.14) tidak dapat terpenuhi, sehingga optimasi tidak dapat dilakukan. Untuk mengatasi masalah ini, SVM dirumuskan ulang dengan memperkenalkan teknik *softmargin*. Dalam *softmargin*, persamaan (2.14) dimodifikasi dengan memasukkan *slack variable* ξ_i ($\xi_i > 0$) sebagai berikut.

$$y_i(x_i \cdot w + b) \geq 1 - \xi_i, \forall i \quad (2.15)$$

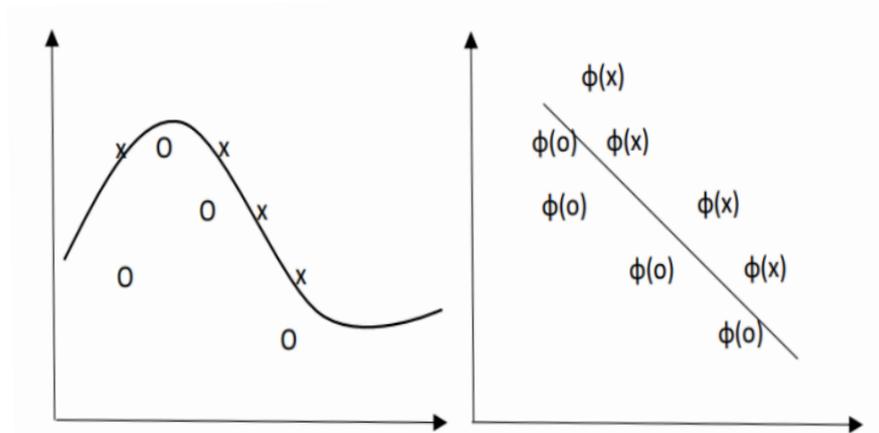
Dengan demikian persamaan (2.13) diubah menjadi:

$$\min_w \tau(w, \xi) = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l \xi_i \quad (2.16)$$

Parameter C dipilih untuk mengontrol tradeoff antara margin dan error klasifikasi ξ . Nilai C yang besar berarti akan memberikan penalty yang lebih besar terhadap error klasifikasi tersebut (Ritonga, 2018).

2.4.1 Kernel Trick

Dalam beberapa kasus, dapat ditemukan bahwa himpunan data tidak dapat dipisahkan secara linear. SVM mampu menyelesaikan permasalahan tidak linear dengan menggunakan teknik kernel. Pada dasarnya, penggunaan kernel ini memetakan vektor masukan pada ruang berdimensi rendah ke ruang berdimensi lebih tinggi. Gambar 10 menunjukkan bahwa data masukan yang tidak dapat dipisahkan secara linear kemudian ditransformasikan ke dalam ruang berdimensi lebih tinggi (*feature space*). Jika pada data linear, *hyperplane* berbentuk sebuah garis yang memisahkan antarkelas, maka pada data nonlinear, *hyperplane* akan berbentuk sebuah bidang yang memisahkan antarkelas (Wisudawati, 2020).



Gambar 10 Kernel map mengubah persoalan yang tidak linear menjadi linear dalam *space* yang baru

Kasus data yang tidak terpisah secara linear diasumsikan bahwa kelas pada *input space* tidak dapat terpisah secara sempurna. Selain itu, *feature space* pada kenyataannya memiliki dimensi yang lebih tinggi dari pada vektor input. Hal ini menyebabkan komputasi pada *feature space* sangat besar sehingga terdapat kemungkinan *feature space* memiliki jumlah *feature* tak terhingga. Maka untuk mengatasi masalah ini SVM digunakan “*kernel trick*”.

$$\phi : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^d \quad d < q \quad (2.17)$$

Data SVM nonlinear, data x dipetakan oleh fungsi $\phi(x)$ ke ruang vektor yang berdimensi lebih tinggi. Pemetaan ini dilakukan dengan menjaga topologi data, dalam artian dua data yang berjarak dekat pada *input space* akan berjarak dekat juga pada *feature space*, sebaliknya jika dua data yang berjarak jauh pada *input space*

maka akan berjarak jauh juga pada *feature space*. Kemudian, proses pembelajaran pada SVM hanya bergantung pada *dot product* dari data yang sudah ditransformasikan pada ruang baru yang berdimensi lebih tinggi yaitu $\phi(x_i) \cdot \phi(x_j)$ (Wisudawati, 2020). Karena transformasi ϕ tidak diketahui, maka perhitungan dot product dapat digantikan dengan fungsi kernel $K(x_i, x_j)$ yang secara implisit mendefinisikan fungsi transformasi ϕ tersebut. Inilah yang disebut Kernel Trick, dimana formulasi fungsi tersebut sebagai berikut:

$$K(x_i, x_j) = \phi(x_i) \cdot \phi(x_j) \quad (2.18)$$

Beberapa kernel yang umum digunakan pada SVM di antaranya:

a. Polinomial

Kernel polinomial diformulasikan untuk digunakan dalam menyelesaikan masalah klasifikasi, dimana dataset pelatihan yang digunakan sudah normal. Berikut persamaan dari kernel polinomial:

$$K(x_i, x_j) = (x_i \cdot x_j + 1)^p \quad (2.19)$$

b. Radial Basis Function (RBF) atau Gaussian

Kernel *gaussian* ini merupakan kernel yang paling banyak digunakan dalam penyelesaian masalah klasifikasi untuk dataset yang tidak terpisah secara linear, dikarenakan pada kernel ini memiliki akurasi prediksi yang sangat baik. Persamaan yang dimiliki sebagai berikut:

$$K(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.20)$$

c. Sigmoid

Sigmoid merupakan kernel trick SVM yang merupakan pengembangan dari jaringan saraf tiruan, dimana kernel ini dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$K(x_i, x_j) = \tanh(\alpha x_i \cdot x_j + \beta) \quad (2.21)$$

2.4.2 *Stochastic Gradient Descent*

SGD merupakan sebuah pendekatan sederhana dan efisien dalam melakukan klasifikasi secara linier menggunakan pembelajaran diskriminatif. Metode ini berupa algoritma optimasi iteratif (ulang) yang berguna untuk mencari titik fungsi minimum yang dapat diturunkan. Pada awal proses algoritma dimulai dengan melakukan tebakan. Kesalahan tebakan diperbaiki selama terjadi pengulangan tebakan menggunakan aturan gradien (turunan) dari fungsi yang akan diminimalkan. SGD memiliki kemampuan belajar lebih cepat dalam melakukan pelatihan klasifikasi. Selain itu, berdasarkan ukuran dataset latih tidak terbatas waktu pelaksanaannya (Fadhila, 2022).

Proses algoritma SGD adalah dengan menemukan nilai θ yang dapat meminimalkan fungsi $J(\theta)$. Untuk menentukan nilai awal θ digunakan algoritma pencarian, kemudian pada setiap iterasi nilai θ agar terus diperbaharui sampai menemukan titik minimum atau nilai J yang paling minimum. Proses pembaharuan nilai θ pada setiap iterasi menggunakan Persamaan (2.22). Pembaharuan dilakukan secara bersamaan untuk semua nilai $j = 0, \dots, n$. Variable α merupakan *learning rate* yang mengatur seberapa besar pembaharuan nilai (Fadhila, 2022).

$$\theta_j = \theta_j - \alpha \frac{\partial y}{\partial x} J(\theta) \quad (2.22)$$

2.4.3 *Support Vector Machine (SVM) Multiclass*

Support vector machine (SVM) multiclass pada dasarnya dapat diimplementasikan dengan cara menggabungkan beberapa *support vector machine (SVM) biner*. Ada beberapa metode yang terdapat dalam *support vector machine (SVM) multiclass* yaitu antara lain:

a. *One -Against-All*

Metode *One-Against-All* ini membandingkan satu kelas dengan semua kelas lainnya, sehingga metode ini juga dikenal sebagai *One-Against-Rest*. Yang mana untuk mengklasifikasikan data kedalam k -kelas, harus membangun sejumlah k model SVM biner. Untuk k model SVM biner yang telah dibangun selanjutnya SVM biner ke- i dilatih menggunakan keseluruhan data training (latih), guna menjawab apakah sebuah data diklasifikasikan sebagai kelas ke- i atau tidak.

Pada tabel 1 akan dijelaskan contoh permasalahan klasifikasi dengan menggunakan empat kelas.

Tabel 1 Contoh SVM dengan pendekatan *One-Against-All*

$y_i = 1$	$y_i = -1$	Hipotesis
Kelas A	Bukan Kelas A	$f^1(x) = (w^1)x + b^1$
Kelas B	Bukan Kelas B	$f^2(x) = (w^2)x + b^2$
Kelas C	Bukan Kelas C	$f^3(x) = (w^3)x + b^3$
Kelas D	Bukan Kelas D	$f^4(x) = (w^4)x + b^4$

b. *One-Against-One*

Pada metode *One-Against-One* ini dengan cara membangun sejumlah model SVM biner yang nanti akan dibandingkan satu kelas dengan kelas lainnya. Untuk mengklasifikasikan data ke k-kelas, maka harus membangun sejumlah $\frac{k(k-1)}{2}$ model SVM biner.

Pada tabel 2 akan dijelaskan contoh permasalahan klasifikasi dengan menggunakan empat kelas.

Tabel 2 Contoh SVM dengan pendekatan *One-Against-One*

$y_i = 1$	$y_i = -1$	Hipotesis
Kelas A	Kelas B	$f^{12}(x) = (w^{12})x + b^{12}$
Kelas A	Kelas C	$f^{13}(x) = (w^{13})x + b^{13}$
Kelas A	Kelas D	$f^{14}(x) = (w^{14})x + b^{14}$
Kelas B	Kelas C	$f^{23}(x) = (w^{23})x + b^{23}$
Kelas B	Kelas D	$f^{24}(x) = (w^{24})x + b^{24}$
Kelas C	Kelas D	$f^{34}(x) = (w^{34})x + b^{34}$

2.5 Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kinerja metode lain seperti metode klasifikasi (*performance of a classification model or classifier*).

Confusion matrix mengandung informasi yang digunakan untuk membandingkan hasil klasifikasi yang telah dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya. *Confusion matrix* dinyatakan melalui *matrix* berikut:

		Actual Class	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Class	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

Gambar 11 *Confusion Matrix*

Ada beberapa singkatan atau istilah yang digunakan dalam *confusion matrix* yang tertera pada *matrix* diatas:

- TP (*True Positive*): Jumlah anggota dari kelas 1 yang berhasil diprediksi dengan benar.
- TN (*True Negative*): Jumlah anggota dari kelas 0 yang berhasil diprediksi dengan benar.
- FP (*False Positive*): Jumlah anggota dari kelas 1 yang gagal diprediksi dengan benar.
- FN (*False Negative*): Jumlah anggota dari kelas 0 yang gagal diprediksi dengan benar.

Dari tabel *confusion matrix*, kemudian dapat dihitung nilai akurasi, *recall*, dan nilai presisi. Akurasi adalah nilai akurasi dari suatu model, *recall* adalah seberapa banyak pebelan yang dikenali oleh sistem, dan presisi yaitu merupakan hasil persentase dari pelabelan yang benar dari suatu label yang dikenali. Berikut formulasi untuk menghitung nilai akurasi, *recall*, dan nilai presisi pada pembentukan model klasifikasi.

$$accuracy = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (2.23)$$

$$recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (2.24)$$

$$precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (2.25)$$

2.6 Penelitian Terkait

Berikut merupakan beberapa penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pollap D. dkk pada tahun 2018 dengan judul “*An Intelligent System for Monitoring Skin Diseases*” yang bertujuan untuk mendiagnosa kesehatan kulit menggunakan algoritma *Convolution Neural Network* (CNN) dan *Support Vector Machine* (SVM). Penelitian dilakukan dengan mengekstraksi fitur dengan menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT). Hasil percobaan yang diperoleh secara keseluruhan adalah tingkat akurasi 82.4% dan nilai presisi 80.4%.
2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dhimas Galuh Pangestu pada tahun 2021 yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis penyakit kulit (Melanoma, Actinic Keratosis, Angioma, dan Dermatofibroma) menggunakan metode ekstraksi ciri *Gray level co-occurrence matrix* (GLCM) dan *Support Vector Machine* (SVM). Penelitian dilakukan pada 100 citra latih dan 15 citra uji untuk setiap penyakit dengan ukuran citra 128 x 128, 256 x 256, dan 512 x 512. Hasil akhir dari penelitian ini didapatkan tingkat akurasi mencapai 80%, yang diperoleh melalui pengujian pada parameter jenis citra RGB dengan *layer* berwarna biru, ukuran citra sebesar 512 x 512, $d = 2$, $\theta = 135^\circ$, jenis kernel *Gaussian* (RBF), dan pembanding *multiclass* menggunakan *One-Against-All*.