

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Disentri

2.1.1 Definisi

Disentri adalah peradangan pada kolon yang menyebabkan nyeri pada abdomen dan diare yang parah dengan darah atau lendir pada tinja (Dejkam & Hatam-nahavandi, 2021). *Shigellosis* atau disentri basiler merupakan suatu penyakit infeksi akut yang terjadi pada usus yang disebabkan oleh bakteri genus *Shigella* mampu menyebabkan penyakit yang lebih parah dan berkepanjangan karena produksi sitotoksin kuat (*shiga*) yang berhubungan dengan perkembangan sindrom hemolitik-uremik (Williams & Berkley, 2018).

Klasifikasi disentri dapat dibedakan dari penyebab infeksinya yaitu disebabkan oleh bakteri *Shigella* dikenal dengan disentri basiler dan disebabkan oleh protozoa dikenal sebagai disentri amuba (Irawan *et al.*, 2021).

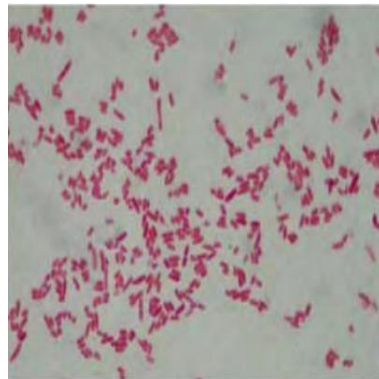
2.1.2 Etiologi

Disentri dapat ditemukan di seluruh dunia, terutama di negara-negara berpendapatan rendah dan menengah, karena kepadatan penduduk dan sanitasi yang buruk (Williams & Berkley, 2018). Disentri dapat disebabkan oleh bakteri genus *Shigella* sp. dan *Salmonella* sp. (Irawan *et al.*, 2021). Bakteri tersebut merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang (basil) dan famili Enterobacteriaceae. Etiologinya sebagai berikut ini:

a. Bakteri *Shigella flexneri*

Shigella flexneri merupakan bakteri patogen diare, salah satu penyebab *shigellosis* dengan cara menginvasi epitel usus besar. Insiden kasus diare menyumbang sekitar 70% disebabkan oleh *Shigella* (da Cruz Gouveia *et al.*, 2020). Bakteri *Shigella* tumbuh baik pada suasana aerob maupun anaerob fakultatif dan tidak membentuk berspora, dapat tumbuh optimum pada suhu 37°C dan pH 7,4, tidak berflagel, ukuran 0,5-0,7 µg x 2,3 µg. Koloninya

konveks, transparan dengan pinggir-pinggir utuh mencapai diameter kira-kira 2 mm dalam 24 jam. *Shigella* juga mempunyai susunan antigen yang kompleks (Aini, 2018; Dantje T. Sembel, 2015). Fotomikrograf menunjukkan eksudat tinja pada pasien dengan *shigellosis*, sebagai berikut:



Gambar 2.1. Morfologi bakteri *Shigella flexneri* (CDC, 2023)

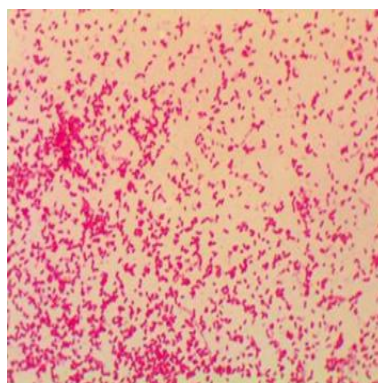
Shigella menyebar dengan mudah, hanya dibutuhkan sejumlah kecil bakteri untuk membuat seseorang terinfeksi. Orang dengan infeksi *shigella* dapat menularkan infeksiya kepada orang lain selama beberapa minggu setelah diarenya berakhir. Faktor utama dari *shigellosis* ini adalah higienitas, tidak mencuci tangan sehabis buang air besar. Beberapa cara bakteri tersebut masuk ke mulut, yaitu melalui tangan yang terkontaminasi *Shigella* dan menyentuh mulut. *Shigella* dapat menyerang dengan permukaan yang disentuh, seperti mainan, perlengkapan kamar mandi, meja, dan popok yang terkontaminasi bakteri *Shigella* dari seseorang yang mengalami infeksi (CDC, 2023). Penyebarannya dapat terjadi seperti berikut ini:

- 1) Mengganti popok anak yang terkena infeksi *Shigella*.
- 2) Merawat penderita infeksi *Shigella*, termasuk membersihkan setelah orang tersebut menggunakan toilet.
- 3) Makan makanan yang disiapkan oleh seseorang dengan infeksi *Shigella*.
- 4) Menelan air saat berenang atau bermain, seperti air danau atau air kolam renang yang tidak diolah dengan benar.
- 5) Menelan air minum yang terkontaminasi, seperti air dari sumur yang terkontaminasi limbah atau air banjir.

- 6) Paparan tinja saat berhubungan seksual dengan seseorang yang mengidap infeksi *Shigella* atau yang baru sembuh dari infeksi *Shigella* (CDC, 2023).

b. Bakteri *Salmonella thypimurium*

Salmonella typhimurium merupakan bakteri berbentuk batang, tidak berspora, termasuk gram negatif, famili Enterobacteriaceae yang mampu tumbuh pada suasana aerob dan anaerob fakultatif yang umumnya berukuran $0,7-1,5\mu \times 2-5\mu$ dan bergerak dengan flagel peritrik (Ananda *et al.*, 2021; Andino & Hanning, 2015; Kasim, 2020). Komposisi dasar DNA *Salmonella* sp. adalah 50-52% G+C, serupa dengan *Shigella*. Penularan *Salmonella* non-tifoid seperti *S. thypimurium* dapat terjadi pada manusia yaitu secara jalur fekal-oral, sebagian besar akibat kontaminasi makanan atau minum yang tercemar dan sering menjadi penyebab diare akut serta dapat sembuh dengan sendirinya (Galán, 2021; Wotzka *et al.*, 2017). Selain itu, makanan yang dimasak kurang matang seperti daging sapi, babi dan susu yang mentah (susu yang didapat langsung dan belum melalui pengolahan dengan proses apapun) dapat menyebabkan infeksi diare akut dengan tinja berdarah (Barr & Smith, 2014). Infeksi *S. typhimurium* bermanifestasi dalam waktu 48 jam setelah mengkonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi, dengan gejala mual, muntah, dan diare (Kasim, 2020). Bakteri *Salmonella thypimurium* dapat memicu peradangan pada saluran usus melalui aktivitas protein efektor yang dikirimkan oleh sistem sekresi tipe III (T3SS) (Galán, 2021).



Gambar 2.2. Mikroskopis bakteri *Salmonella thypimurium* (pewarnaan gram: pembesaran 1000x) (Yang *et al.*, 2020)

2.1.4 Gejala klinis

Gejala klinis penyakit *shigellosis* adalah setelah masa inkubasi yang pendek (1-2 hari), secara mendadak timbul nyeri abdomen, demam 39° - 40°C, tenesmus, diare cair hingga diare beserta lendir dan darah atau berkepanjangan (berlangsung lebih dari 3 hari), sedikitnya volume feses dan lembek (Indasah, 2020). Adanya darah dan leukosit dalam tinja merupakan suatu bukti bahwa bakteri penyebab disentri tersebut menembus dinding kolon dan bersarang di bawahnya sehingga terjadilah disentri yang disertai dengan perdarahan. Diare ini terjadi karena adanya kerja enterotoksin di usus halus. Sehari atau beberapa hari kemudian, saat infeksi telah mengenai ileum dan kolon, jumlah feses akan meningkat, feses lebih kental dan sering mengandung lendir maupun darah (Jawetz *et al.*, 2014).

Fulminant type atau pada infeksi berat, penderita akan mengalami *colaps* diikuti demam tinggi, menggigil, muntah-muntah, suhu tubuh menurun, toksemia berat, dan akhirnya penderita meninggal. Orang dewasa dengan penyakit disentri basiler mengalami demam dan diare akan hilang spontan 2-5 hari. Namun, pada anak-anak dan orang lanjut usia kehilangan cairan dan elektrolit menyebabkan dehidrasi, asidosis, bahkan kematian (Jawetz *et al.*, 2014).

2.1.5 Diagnosa

Diagnosis disentri yang diakibatkan oleh *Shigella* sp. dan *Salmonella* sp. dengan cara kultur feses atau pemeriksaan leukosit tinja dan deteksi kadar laktoferin tinja yang tinggi. Laktoferin merupakan penanda leukosit yang dilepaskan oleh sel-sel yang rusak atau memburuk, dan meningkat pada pengaturan infeksi bakteri (Barr & Smith, 2014).

2.1.6 Penatalaksanaan

Berdasarkan penatalaksanaan terapi disentri dapat dilakukan dengan terapi farmakologi dan norfarmakologi, sebagai berikut:

a. Terapi farmakologi

1) Terapi suportif

Pengobatan pada kasus yang ringan umumnya adalah pengobatan suportif melalui rehidrasi dan pemberian Zn. Hal tersebut dilakukan karena dehidrasi akibat diare merupakan faktor utama dalam menyebabkan kematian pada penderita disentri basiler (Indasah, 2020). Selain itu, untuk mengurangi resiko yang serius atau komplikasi, memperpendek durasi gejala, dan mempercepat penyembuhan. Dalam penanganan dehidrasi, biasanya dilakukan dengan memberikan terapi cairan melalui oral atau intravena, tergantung pada tingkat dehidrasi yang dialami (CDC, 2023; WHO, 2005). Zn disarankan untuk digunakan oleh anak-anak sampai usia lima tahun. Dosis harian adalah 20 mg, diminum sekali sehari selama 10 hingga 14 hari (10 mg per hari untuk bayi di bawah usia 6 bulan). Ini telah terbukti dapat mengurangi tingkat keparahan dan durasi penyakit dan juga mengurangi kejadian dan tingkat keparahan diare selama dua sampai tiga bulan berikutnya (WHO, 2005).

Terapi suportif lainnya dapat diberikan untuk demam dan nyeri (analgesik-antipiretik) seperti parasetamol. Hal ini mengurangi resiko kejang dan meningkatkan nafsu makan (WHO, 2005).

2) Terapi antibiotik

Antibiotik diperlukan untuk kasus yang parah tidak dapat diatasi oleh pasien dengan sistem imun yang lemah. Terapi antibiotik untuk *Shigellosis* (Tabel 2.1) sebagai lini pertama yaitu ciprofloxacin. Selain ciprofloxacin dan beberapa lainnya fluorokuinolon, pivmecillinam (*amdinocillin pivoxil*) dan ceftriaxone saat ini adalah satu-satunya antibiotik yang biasanya efektif untuk pengobatan strain *Shigella* yang multi-resisten pada semua kelompok umur. Azitromisin juga dianggap sebagai alternatif untuk pengobatan orang dewasa. Namun penggunaan obat-obatan alternatif ini dibatasi oleh tingginya biaya (pivmecillinam, azitromisin), perkembangan resistensi yang cepat (azitromisin), formulasinya (suntikan untuk ceftriaxone, empat kali sehari untuk pivmecillinam), dan data kemanjuran yang terbatas (ceftriaxone,

azitromisin) sehingga hanya boleh digunakan ketika strain *Shigella* diketahui resisten terhadap ciprofloxacin (WHO, 2005).

Tabel 2.1. Terapi antibiotik pada disentri (Dipiro JT *et al.*, 2016; WHO, 2016)

Patogen	Antibiotik	Dosis		Aturan Pakai
		Anak-anak	Dewasa	
<i>Shigella</i> sp.	1 st line Ciprofloxacin	15 mg/kg	500 mg	Sehari 2x selama 3 hari, PO
	2 nd line Amdinocillin pivoxil	20 mg/kg	100 mg	Sehari 4x selama 3 hari, PO
	Ceftriaxone	50-100 mg/kg	50-100 mg/kg	Sehari 1x selama 2-5 hari, IM
	Azitromicin	6-20 mg/kg	1-1,5 g	Sehari 1x selama 1-5 hari, PO
<i>Salmonella non typhoid</i>	1 st line Trimethoprim-sulfamethoxazole DS	100 mg/kg	800 mg	Sehari 2x selama 5 hari
	Ofloxacin atau Norfloxacin atau Ciprofloxacin	15 mg/kg	300 mg 400 mg 500 mg	Sehari 2x selama 5 hari
	Ceftriaxone	50-100 mg/kg	50-100 mg/kg	Sehari 1x2 g IV
	Cefotaxime	50-100 mg/kg	50-100 mg/kg	Sehari 3x2 g IV, selama 5 hari
	2 nd line Azithromicin	6-20 mg/kg	1-1,5 g	Sehari 1x 1.000 mg, selanjutnya sehari 1 x 500 mg selama 6 hari

Terapi antibiotik yang efektif diberikan, perbaikan akan terlihat jelas dalam 48 jam seperti berkurangnya buang air besar, lebih sedikit darah dalam tinja, demam menurun, dan perbaikan nafsu makan. Jika terjadi kegagalan terapi menunjukkan kemungkinan terjadinya resistensi penggunaan antibiotik (WHO, 2005).

Obat anti-diare seperti loperamide tidak dianjurkan untuk digunakan pada kasus disentri basiler karena dapat memperpanjang penyakit. Bakteri akan semakin lama kontak dengan sel epitel usus seiring berjalannya waktu, menyebabkan kerusakan yang semakin meluas pada sel epitel. Penggunaan

antibiotik bisa mengurangi gejala, tetapi tidak disarankan untuk pasien dewasa dengan kondisi yang ringan. Beberapa jenis *Shigella* dilaporkan memiliki tingkat resistensi yang tinggi terhadap ampicisilin, kotrimoksazol, dan tetrasiklin (Indasah, 2020). Menurut WHO (2016) penatalaksanaan *Shigellosis* seperti pada Gambar 2.4.

b. Terapi non farmakologi

Pengobatan optimal disentri yang disebabkan oleh *Shigella* dan *Salmonella* meliputi pencegahan atau mengobati dehidrasi sebagai berikut (Dipiro JT *et al.*, 2016; WHO, 2016):

1) Cairan elektrolit

Rehidrasi oral akan memperbaiki atau mencegah terjadi dehidrasi, seperti *Oral Rehydration Salts* (ORS) atau air beras yang diberi sedikit garam, atau larutan garam dapat segera diberikan sesuai rekomendasi

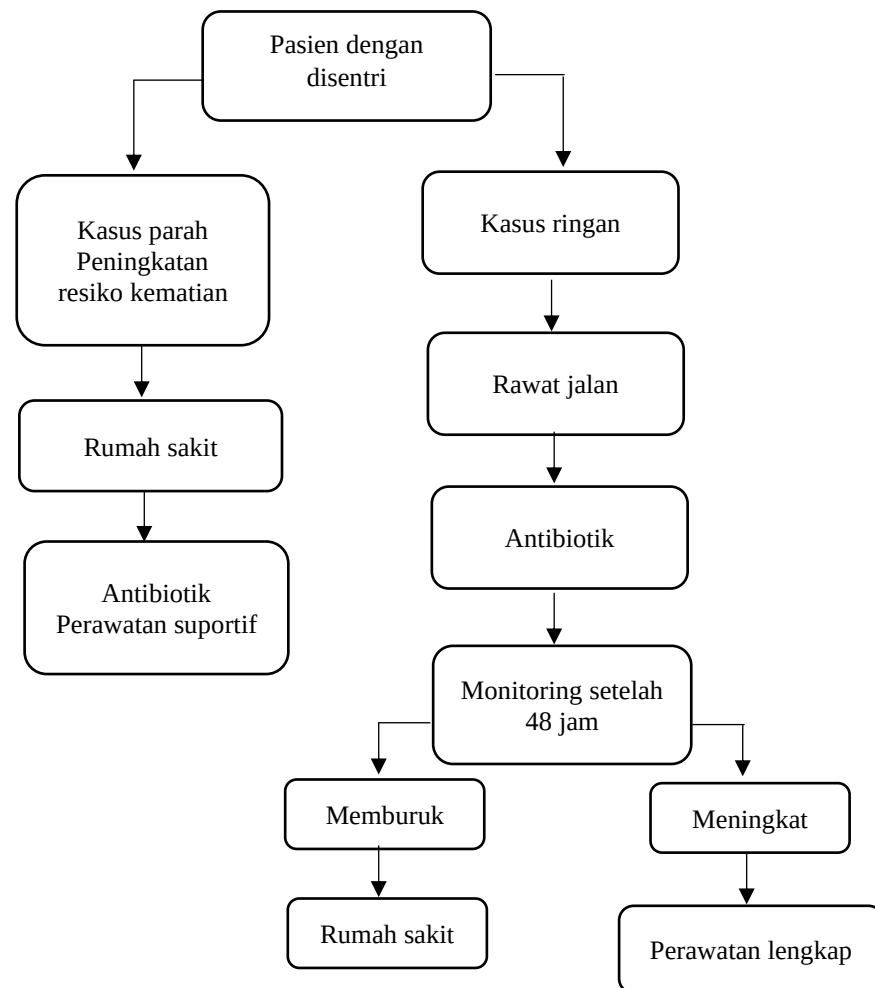
2) Pemberian makanan

Pemberian makanan yang berkelanjutan sangat penting untuk mempercepat pemulihan semua pasien dengan diare berdarah. Selain itu, untuk mencegah hipoglikemia dan malnutrisi. Sering makan dengan porsi kecil yang kaya energi dan protein. Anak-anak harus diberi makan setidaknya setiap empat jam. Bayi dan anak-anak yang menyusui harus dilanjutkan untuk disusui sesering dan selama yang mereka inginkan. Awalnya, makanan mungkin ditolak dan pemberian cairan nasogastrik atau intravena mungkin diperlukan. Tetapi nafsu makan membaik setelah satu sampai dua hari. Anak-anak sedang dalam masa pemulihan dari diare harus diberikan makanan tambahan setiap hari selama minimal dua minggu untuk membantu memulihkan berat badan yang hilang selama sakit dan harus dipantau sampai berat badannya stabil.

3) Pencegahan

Higienitas yang baik, mencuci tangan, pengelolaan makanan yang aman, akses terhadap air bersih merupakan faktor kunci dalam mencegah disentri. Intervensi kesehatan masyarakat untuk mempromosikan mencuci tangan saja dapat mengurangi kejadian diare sekitar sepertiganya. Selain itu, pencegahan lainnya dapat dilakukan dengan vaksinasi. Pengembangan vaksin masih terus

dilakukan sebagai prioritas utama dalam pencegahan penyakit, khususnya bagi mereka yang berada di negara berkembang. Saat ini belum ada vaksin yang secara langsung menargetkan *S. typhimurium* pada manusia dan infeksi yang disebabkan oleh *Shigella* masih diselidiki (Barr & Smith, 2014; Jia *et al.*, 2020).



Gambar 2.4. Penatalaksanaan *Shigellosis* (WHO, 2016)

2.2 Buah Kawista

Kawista (*Limonia acidissima* Groff) adalah tanaman yang termasuk ke dalam famili Rutaceae. Tanaman ini masih memiliki hubungan kekerabatan yang erat dengan buah maja, yang berasal dari daerah Asia Tropika dan Subtropika (Pandey *et al.*, 2014). Bentuk buahnya menyerupai apel dan diberi nama “wood-apple”, karena cangkang buahnya (kulit buah) yang keras (Vijayvargia & Vijayvergia,

2014). Tinjauan botani dari buah kawista (*Limonia acidissima* Groff) meliputi klasifikasi tanaman, ekologi dan penyebarannya, morfologi tumbuhan, kandungan kimia, manfaat, dan khasiat buah kawista.

2.2.1 Klasifikasi tanaman

Secara taksonomi, tanaman kawista mempunyai urutan sebagai berikut (Vijayvargia & Vijayvergia, 2014):

Kingdom : Plantae

Sub-kingdom: Tracheobionta

Superdivisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliospida

Subkelas : Rosidae

Ordo : Sapindales

Famili : Rutaceae

Genus : *Limonia*

Species : *Limonia acidissima* Groff

Sinonim : *Feroniaele phantum* Correa, *Feronia limonia* (L.) Swingle, *Schimus limonia* L.

2.2.2 Ekologi dan penyebarannya

Tanaman kawista ini berasal asli dari India dan Ceylon, umumnya tumbuh liar di dataran kering dan dibudidayakan di Pakistan, Bangladesh, Sri Lanka. Dilaporkan bahwa penyebarannya di Malaya Utara, Pulau Penang hingga seluruh Asia Tenggara (Rodrigues *et al.*, 2018; Vijayvargia & Vijayvergia, 2014). Di Indonesia, tanaman kawista banyak dijumpai di Jawa, terutama di Kabupaten Subang yang dibudidayakan oleh masyarakat sekitar sebagai olahan makanan seperti dodol.

Tanaman kawista memiliki banyak nama khasnya masing-masing negara dan daerahnya, karena tersebar luas. Buah kawista dikenal sebagai apel gajah (*elephant-apple*), buah monyet (*monkey fruit*) atau buah mentah (*curd fruit*). Di beberapa negara buah kawista dikenal dengan nama “Bael” (India), “Olifantsappel”

(Belanda) dan “*Wood-apple*“ (Inggris) (Vijayvargia & Vijayvergia, 2014). Sementara itu, di Indonesia dikenal dengan Kawista (Sunda), Kawis, Kawista, Kinca (Jawa, terutama di daerah Rembang Jawa Tengah) (Heyne, 1987).

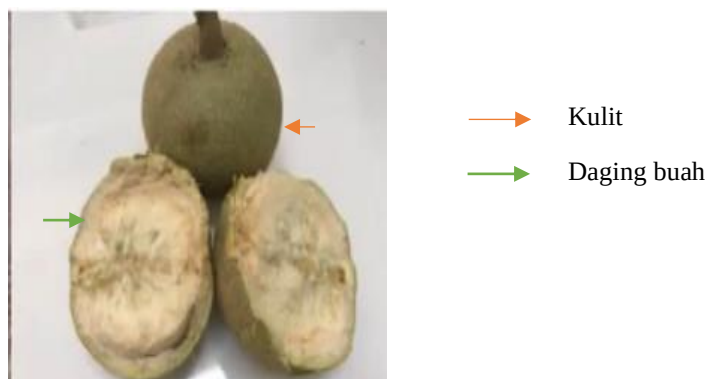
2.2.3 Morfologi Tanaman

Tanaman kawista bersifat meranggas dan dapat tumbuh mencapai 9 meter (Gambar 2.5). Tanaman ini tumbuh di wilayah yang kering dengan ketinggian 450 m, seperti di Himalaya bagian barat. Pohonnya memiliki kulit batang kasar, berkayu duri. Durinya pendek, lurus, panjang 2-5 cm di beberapa bagian ranting zigzag. Helaian daun meranggas, berwarna hijau tua, kasar, dan panjang 3-5 inchi dengan kelenjar minyak dan sedikit beraroma lemon jika dihaluskan. Bunganya biasanya biseksual, berukuran kecil, banyak, berwarna merah kusam atau kehijauan, kerapatannya termasuk dalam malai longgar, terminal atau lateral (Feronia *et al.*, 2014; Vijayvargia & Vijayvergia, 2014).



Gambar 2.5. Tanaman Kawista
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Buahnya berbentuk bulat sampai lonjong dan lebar 2-5 inci, dengan cangkang kulitnya keras dan berkayu, putih keabu-abuan serta bersisik sekitar 6 mm (Gambar 2.6). Daging buah berwarna coklat bersifat resin, astringen, berbau aromatik, asam atau manis dengan biji tersebar. Buahya mungkin besar dan manis atau kecil dan asam (Feronia *et al.*, 2014; Vijayvargia & Vijayvergia, 2014).



Gambar 2.6. Kulit dan daging buah kawista muda
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

2.3.4 Kandungan kawista

Analisis fitokimia buah kawista (*Limonia acidissima*) menunjukkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder diantaranya alkaloid, tanin, saponin, polifenol, triterpenoid, flavonoid, glikosida dan berbagai senyawa asam (Pandey *et al.*, 2014; Parvez and Sarker, 2021; Supriatno and Rini, 2018). Menurut penelitian Feronia *et al.*, (2014) diketahui bahwa buah kawista mengandung senyawa aktif yaitu alkaloid dan flavonoid yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*).

Nutrisi dalam 100 gram buah kawista mengandung 140 kcal, diantaranya mengandung karbohidrat, protein, kaya akan beta karoten, vitamin B, vitamin C, Vitamin B1 (tiamin) dan vitamin B2 (riboflavin) (Vijayvargia & Vijayvergia, 2014). Selain itu, dilaporkan memiliki kandungan lemak yang rendah (4,38%), kalsium, magnesium, zat besi, dan seng dalam jumlah tinggi. Fosfor dan kalsium dalam jumlah tinggi juga ditemukan berperan penting dalam pembentukan tulang, pembekuan darah, dan proses metabolisme lainnya. Kehadiran zat besi dalam buah menunjukkan efektivitas melawan anemia, tuberkolosis dan gangguan lainnya (Parvez & Sarker, 2021).

Buah kawista muda mengandung stigmasterol. Daging buahnya mengandung sejumlah besar asam sitrat dan asam buah lainnya, lendir dan mineral. Alkaloid, kumarin, asam lemak, dan sterol telah terdeteksi di pericarp. Selain itu,

mengandung umbelliferone, dictamnine, xanthotoxol, scoparone, xanthotoxin, isopimpinellin, isoimperatorin dan marmin (Vijayvargia & Vijayvergia, 2014).

Tabel 2.2. Kandungan buah kawista (Hiwale, 2015)

Komponen	Daging buah	Biji buah
Kelembapan (%)	64,20	4,00
Protein (%)	7,10	26,18
Lemak (%)	3,70	27,10
Karbohidrat (%)	18,10	35,49
Abu (%)	5,00	5,03
Kalsium (%)	13,00	1,58
Fosfor (%)	110,00	1,43
Besi(%)	0,60	0,03
Tanin (%)	1,03	0,08
Ekstrak ester (g)	0,60	-
Materi mineral (g)	1,90	-
Serat (g)	5,00	-
Riboflavin (µg/100 g)	0,17	-
Vitamin C (mg/100 g)	3,00	-
Karoten (µg)	6,10	-
Tiamin (µg)	0,04	-
Niasin (µg)	0,80	-
Energi (k/cal)	134,00	-

2.3.4 Manfaat kawista

Pemanfaatan pada buah kawista muda secara empiris untuk menghentikan diare berkepanjangan dan disentri serta dianggap efektif juga untuk cegukan, masalah tenggorokan dan gusi. Selain itu, zat biji dari buahnya digunakan untuk penyakit jantung dan sebagai pengganti bael (*Eagle marmelos*). Jika dioleskan daging buahnya dipercaya sebagai penangkal yang baik pada bekas gigitan dan sengatan berbisa serangga dan terhadap gigitan ular (Feronia *et al.*, 2014).

Buah kawista dapat dimakan langsung atau dicampur ke dalam berbagai minuman dan makanan penutup, atau dijadikan selai. Kawista dapat dikonsumsi mentah dengan gula atau tanpa gula, disajikan dengan santan dan sirup gula aren lalu dibekukan seperti es krim. Di india, daging buahnya dimanfaatkan untuk membuat chutney, yaitu berbagai jenis saus berbumbu rempah-rempah yang memiliki rasa gurih (Rodrigues *et al.*, 2018). Sementara itu, buah kawista di

Indonesia dapat dijadikan menjadi menu sarapan pagi dengan mencampurkan kawista dengan madu, diolah menjadi dodol dan sirup.

2.3.5 Aktivitas farmakologi

Berdasarkan perkembangan penelitian yang telah dilakukan beberapa tahun menyatakan bahwa buah kawista (*Limonia acidissima*) memiliki aktivitas farmakologis diantaranya aktivitas antibakteri, antifungi, antidiabetes, antispermatogenik (Feronia *et al.*, 2014; Vijayvargia & Vijayvergia, 2014). Buah kawista mengandung *gum* yang bersifat penawar rasa sakit dan sembelit. Terutama bagian buahnya bersifat pendingin (*refrigerant*), obat untuk sakit perut, *stimulant*, zat afrodisiak (meningkatkan hasrat seksual), diuretik, kardiotonik, tonik untuk hati dan paru-paru, menyembuhkan batuk, dan baik untuk asma, tumor, ophthalmia dan keputihan (Zulkarnain *et al.*, 2022).

Aktivitas antibakteri pada ekstrak metanol daging buah kawista (*Limonia acidissima*) dari daerah Kabupaten Dompu yang diteliti oleh Rodriawan *et al.*, (2023) memiliki daya hambat terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* secara signifikan pada konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% berturut-turut berdiameter 18,50 mm; 25,25 mm; 28,75 mm; dan 41,50 mm masuk dalam kategori kuat dan sangat kuat. Konsentrasi ekstrak etanol daging buah kawista 500×10^3 ppm mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dengan kategori kuat, yaitu berdiameter 16,141 (Supriatno & Rini, 2018).

Selain itu, kulit buah kawista ekstrak metanol dan aseton pada dosis 250 mg/kg menunjukkan aktivitas sedang, yaitu menghambat 34,45% dan 35,63% terhadap *Klebsiella oxytoca*, *Vibrio metschnikovii*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus* (Islam *et al.*, 2020). Menurut (Pandey *et al.*, 2014) hal yang sama disebutkan dalam evaluasi aktivitas antibakteri kulit dan *dry pulp* kawista pada 500 mg/mL dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* dan *Proteus mirabilis*. Penelitian yang serupa pada aktivitas disentri oleh (Veryanti *et al.*, 2021) bahwa aktivitas antibakteri ekstrak metanol kulit buah kawista (*Limonia acidissima*) terhadap *Shigella dysenteriae* dan *Salmonella thypi* pada konsentrasi 40%, dan 80%

memiliki aktivitas daya hambat kuat dan sangat kuat, berturut-turut sebagai berikut 17,25 mm dan 15,51 mm; 21,42 mm dan 20,93 mm. Penelitian lain juga demikian melaporkan aktivitas antibakteri buah kawista (Parvez & Sarker, 2021).

2.3 Pengujian Antibakteri

Metode pengujian antibakteri secara garis besar dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu metode difusi, metode dilusi dan metode bioautografi. Berikut ini beberapa uraian metode uji antibakteri:

2.3.1 Metode difusi

Metode difusi melibatkan penerapan konsentrasi tertentu senyawa uji pada media yang telah diinokulasi dengan bakteri. Saat inkubasi berakhir, ukuran zona hambat diukur, dan sampel inokulasi disimpan pada suhu yang lebih rendah selama beberapa jam untuk meningkatkan penyebaran dan memperluas ukuran diameter zona hambat penghambatan. Ada beberapa jenis metode difusi, antara lain:

a. Metode difusi cakram

Metode difusi cakram disahkan oleh CLSI (2020) yang digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri. Pada pengujian difusi ini, kertas cakram dimasukkan ke dalam media padat yang mengandung kultur bakteri untuk mengetahui seberapa sensitif atau tahan terhadap bakteri patogen aerob dan anaerob (Fiho *et al.*, 2014). Hasil yang diperoleh ditandai dengan daerah bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Nurhayati *et al.*, 2020).

b. Metode sumuran

Pada umumnya, teknik sumuran digunakan untuk menilai efektivitas antibakteri dari ekstrak tumbuhan. Langkah-langkah yang digunakan mirip dengan cara difusi cakram. Permukaan media harus diinokulasi dengan media agar padat, lalu dibuat lubang sebesar 6-10 mm secara aseptik. Kemudian, ditambahkan agen antibakteri atau larutan ekstrak dengan konsentrasi yang diinginkan sebanyak 20-100 μ L ke dalam sumur (Balouiri *et al.*, 2016).

c. Metode silinder

Metode silinder sering digunakan untuk membedakan mikroorganisme. Metode ini, seperti difusi cakram, membiakkan strain bakteri pada media yang sesuai dengan cara menggoreskan mereka pada permukaan cawan. Bakteri melepaskan molekul yang dapat berdifusi dalam media agar selama pertumbuhannya. Setelah proses inkubasi, *cork borer* steril digunakan untuk melakukan pemotongan media silinder dengan cara aseptis. Kemudian, media tersebut diendapkan pada permukaan cawan lain yang sebelumnya diinokulasi dengan mikroorganisme uji. Setelah zat berdifusi pada media agar, zona hambat di sekitar *plug* agar menunjukkan sifat antibakteri molekul bakteri yang disekresi (Balouiri *et al.*, 2016).

2.3.2 Metode dilusi

Metode dilusi menggunakan antimikroba dengan kadar yang menurun secara bertahap dalam media cair atau padat. Bakteri uji dimasukkan ke dalam media tersebut dan kemudian diinkubasi. Tujuan akhir dari metode dilusi adalah untuk mengetahui seberapa banyak jumlah zat antimikroba yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri yang akan di uji. Uji kepekaan metode dilusi cair menggunakan tabung reaksi adalah tidak praktis dan jarang digunakan. Namun, metode yang lebih sederhana dan sering digunakan adalah pelat mikrodilusi. Uji mikrodilusi cair berguna karena memberikan hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah antimikroba yang diperlukan untuk membunuh bakteri. Antibakteri yang digunakan pada berbagai pengenceran biasanya diberikan dalam satuan $\mu\text{g/mL}$, dan volume mikrodilusi berkisar antara 0,05 mL dan 0,1 mL (Jawetz *et al.*, 2014).

2.3.3 Metode bioautografi

Metode bioautografi melibatkan pencampuran kromatografi lapis tipis ke dalam suspensi bakteri. Setelah itu, bioutogram disimpan dalam kondisi lembab selama 48 jam pada suhu 25°C. Garam tetrazolium biasanya digunakan untuk menunjukkan pertumbuhan bakteri. Dehidrogenase sel-sel hidup mengubah warna garam ini. Reagen deteksi yang cocok adalah p-iodonitrotetrazolium violet. Setelah disemprotkan ke bioautogram, garam ini diinkubasi selama 24 jam pada 25°C atau

selama tiga hingga empat hari pada 37°C. Menggunakan MHB dapat memfasilitasi perekatan pelat KLT dan mempertahankan tingkat kelembapan yang cocok untuk pertumbuhan bakteri. Bakteri dapat dimanfaatkan secara efektif melalui biantografi. Metode paling sederhana untuk mengidentifikasi zat antibakteri dan memberikan hasil yang konsisten untuk bakteri adalah metode ini (Balouiri *et al.*, 2016).