

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Daun Kelor (*Moringa oleifera*)



Gambar 1. Daun Kelor
Sumber: (Dinas Lingkungan Hidup, 2020)



Gambar 2. Tanaman Kelor
Sumber: (Koleksi Pribadi, 2024)

Kelor merupakan tumbuhan yang berasal dari wilayah Pegunungan Kaki Bukit Himalaya di Asia Selatan, khususnya di timur laut Pakistan (33° LU, 73° BT), Utara Benggala Barat di India, dan timur laut Bangladesh. Tanaman ini kerap ditemukan tumbuh di mana sering ditemukan pada ketinggian hingga 1.400 m dari permukaan laut, di atas permukaan laut, baik di tanah terbuka maupun di sekitar aliran sungai. Kelor (*M. oleifera*) berbentuk pohon yang bersifat tahunan (perennial) dengan tinggi mencapai 7 hingga 12 meter. Batangnya berkayu tumbuh tegak, berwarna putih kusam, dengan kulit yang tipis dan permukaan kasar. Tanaman ini dapat tumbuh di dataran rendah maupun tinggi, dan sering ditanam sebagai pagar atau pembatas di pekarangan rumah maupun ladang (Krisnadi, 2015).

Kelor termasuk dalam genus *Moringa* dari famili *Moringaceae*, dengan nama ilmiah *Moringa oleifera*. Di berbagai daerah di Indonesia,

kelor dikenal dengan sebutan yang beragam. Misalnya, di wilayah Sumatera disebut murong di Aceh, munggai di Minangkabau, dan kelor di Lampung. Di pulau Jawa, tanaman ini dikenal sebagai marongghi di Madura, sementara di Maluku disebut kirol di pulau Buru. Dalam bahasa Inggris, kelor disebut *drumstick tree*, dan di negara lain memiliki sebutan yang berbeda, seperti *ben aile* di Perancis, *meringgai* di Malaysia, dan *gemunggai* di Filipina (Badan POM, 2016).

Daun kelor tersusun secara berselingan tumbuh pada tangkai daun sepanjang 4-15 cm, dengan bentuk menyirip yang panjangnya berkisar antara 25 hingga 60 cm. Daun Moringa oleifera mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan fenol, yang membuatnya bermanfaat sebagai bahan pengobatan alami. Daun ini dapat digunakan untuk mengobati luka, dioleskan pada dahi untuk meredakan sakit kepala, serta digunakan sebagai kompres untuk menurunkan demam. Selain itu, daun kelor juga dimanfaatkan untuk mengatasi sakit tenggorokan, mata merah, bronkitis, infeksi telinga, kudis, dan flu. Tak hanya itu, daun kelor juga dapat diolah menjadi jus yang berfungsi membantu mengontrol kadar gula darah serta meredakan pembengkakan pada kelenjar (Krisnadi, 2015). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kurnianto, dkk telah menunjukkan bahwa jus yang terbuat dari daun kelor dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus bovis* dan *E. coli* yang menjadi penyebab penyakit mastitis pada sapi perah (Kurnianto, dkk, 2015). Penelitian oleh Dwi Sudarwati dan Woro Sumarni menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor dan

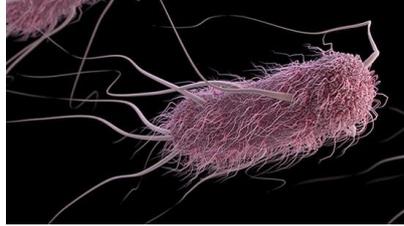
bunga rosella yang diperoleh menggunakan pelarut etanol memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*. Aktivitas ini dikaitkan dengan kandungan senyawa flavonoid, khususnya quercetin, yang terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut (Sudarwati & Sumarni, 2016).

Gopalakrishnan (2016) melaporkan bahwa daun kelor mengandung berbagai zat gizi penting, di antaranya karbohidrat sebesar 12,5 gram, energi sebesar 92 kalori, serat sebanyak 0,9 gram, dan lemak sebesar 1,7 gram. Selain itu, daun ini juga mengandung fosfor (70 mg), zat besi (0,85 mg), protein (6,7 gram), serta berbagai vitamin seperti vitamin B1 (0,06 mg), B2 (0,05 mg), B3 (0,8 mg), vitamin C (220 mg), dan vitamin E (448 mg), kalium (259 mg), tembaga (0,07 mg), dan magnesium (42 mg) (Bahari, 2022). Kandungan dari daun kelor ini memiliki manfaat dalam mengatasi berbagai masalah kesehatan yang sering terjadi dan banyak ditemukan dalam kehidupan setiap hari yakni:



Gambar 3. Manfaat Daun Kelor
Sumber: (Bahari, 2022)

B. *Escherichia coli* (*E. coli*)



Gambar 4. *Escherichia coli*
Sumber: Kompas.com, 2023

Escherichia coli (*E. coli*) merupakan salah satu bakteri koliform yang tergolong dalam famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini umumnya hidup dan berkembang biak di saluran pencernaan, terutama di usus manusia dan hewan. *E.coli* pertama kali diidentifikasi oleh Theodor Escherich (Utami, 2023).

E. coli umumnya merupakan bakteri non-patogen atau tidak berbahaya. Namun, apabila memperoleh gen virulensi tambahan, populasinya dapat meningkat melebihi normal dan menjadi patogen apabila berada di luar lingkungan alaminya. Dalam kondisi tersebut, *E. coli* dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia maupun hewan. Secara klinis, infeksi oleh bakteri ini dapat menyebabkan gangguan pada saluran pencernaan seperti diare, serta infeksi saluran kemih dan meningitis neonatal (Utami, 2023).

E. coli merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang dikenal juga sebagai kokobasil. Bakteri ini memiliki flagela dan berukuran sekitar $0,4\text{--}0,7\ \mu\text{m} \times 1,4\ \mu\text{m}$, dengan panjang kurang lebih $2\ \mu\text{m}$ dan diameter sekitar $0,7\ \mu\text{m}$. Selain itu, *E. coli* bersifat anaerob fakultatif, yang berarti dapat tumbuh baik dalam kondisi dengan atau tanpa oksigen.

Pertumbuhan optimalnya terjadi pada media *Mac Conkey Agar* (MCA), di mana koloni yang terbentuk tampak bulat, cembung, halus, dan memiliki tepi yang jelas. Bakteri ini juga mampu memfermentasi laktosa. Bakteri ini juga mampu memfermentasi laktosa (Umarudin, dkk, 2023). Selain tumbuh optimal pada MCA, bakteri *E.coli* juga menunjukkan pertumbuhan yang baik pada beberapa media selektif dan diferensial lainnya, seperti *Endo Agar*, *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), dan *Blod Agar Plate* (BAP) (Utami, 2023).

Bakteri *E. coli* memiliki keragaman antigen yang cukup luas, terdiri dari sekitar 150 tipe antigen O (somatik), 90 tipe antigen K (kapsular), dan 50 tipe antigen H (flagel). Antigen O berperan penting dalam identifikasi serotipe *E. coli* dan seringkali ditemukan pada strain yang diisolasi dari penderita diare dan infeksi saluran kemih. Antigen ini merupakan bagian dari lipopolisakarida pada dinding sel luar bakteri Gram negatif yang bersifat imunogenik. Sementara itu, antigen K ditemukan pada kapsul luar bakteri dan berperan dalam virulensi, karena membantu *E. coli* menghindari fagositosis oleh sistem imun inang. Antigen K banyak dijumpai pada isolat *E. coli* dari pasien dengan bakteremia serta pada neonatus yang mengalami meningitis, menunjukkan peran pentingnya dalam patogenesis infeksi sistemik. Antigen H yang terdapat pada flagela, berkaitan dengan motilitas bakteri dan juga berfungsi sebagai faktor virulensi. Keragaman struktur antigenik ini menjadikan *E.coli* mampu beradaptasi dengan berbagai

lingkungan dan menyebabkan berbagai jenis infeksi, dari infeksi usus hingga infeksi sistemik yang berat (Utami, 2023).

C. Hubungan Stunting dan Diare



Gambar 5. Patogenesis
Sumber: (Bahari, 2022)

Anak stunting adalah anak-anak dengan kondisi sistem imun dan status gizi yang buruk karena kurangnya asupan gizi yang diterima baik itu nutrisi makro maupun mikro. Nutrisi makro terdiri dari karbohidrat, protein, air, serat dan lemak sedangkan mikro terdiri dari vitamin dan mineral yakni vitamin A, vitamin D, iodin, folat, zink, zat besi, mangan, tembaga, selenium, dan seng. Hal-hal ini jika tidak dipenuhi dapat menjadi penyebab stunting. Ketika anak dengan kondisi imun yang lemah dan pola hidup yang

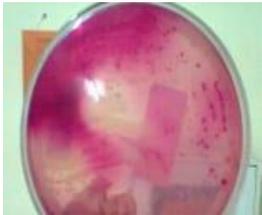
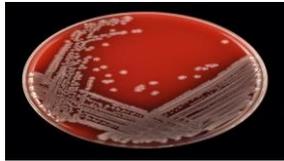
tidak sehat serta bersih, maka akan mempermudah bakteri menambah gen virulansinya untuk memperbanyak jumlah dari jumlah normal serta akan memproduksi racun yang merusak lapisan usus, menyebabkan peradangan, dan mengganggu penyerapan air serta elektrolit. Salah satu bakteri patogen yang mengganggu sistem pencernaan adalah *E. coli*. *E. coli* dapat menimbulkan diare pada anak-anak.

Diare yang dialami oleh anak-anak sering diobati dengan obat-obat kimia namun terkadang karena diberikan terus menerus atau pemberian obat yang tidak sesuai, maka dapat menimbulkan resistensi terhadap bakteri. Salah satu alternatif yang diberikan untuk mengatasi diare adalah daun kelor yang bisa diolah menjadi makanan untuk dikonsumsi. Daun kelor yang diberikan tidak hanya untuk mengatasi diare tetapi juga untuk mengatasi malnutrisi pada anak. Hal inilah yang menjadi dasar bagi peneliti untuk meneliti manfaat bahan alami sebagai pengganti obat kimia yakni daun kelor (Bahari, 2022).

D. Isolasi Bakteri Pada Media

Mengisolasi suatu mikroba ialah memisahkan mikroba tersebut dari lingkungannya di alam dan menumbuhkannya sebagai biakan murni dalam medium buatan. Ciri-ciri koloni bakteri *E.coli* yang diisolasi pada media pembedahan: (Kartikasari, *dkk*, 2019)

Tabel 2.1 Bakteri *E. coli* Pada Media

Nama Media	Bentuk Koloni	Gambar Koloni
MCA	Koloni sedang, merah bata/merah tua, metalik, keping/sedikit, cembung.	
ENDO agar	Koloni besar, cembung, bulat, merah tua, metalik.	
EMBA	Koloni sedang, keping, kehijau-hijauan-hitam, metalik	
BAP	Koloni sedang, abu-abu, smooth, haemolitis.	

E. Uji Fisiologis Bakteri (Uji Biokimiawi)

Uji biokimia bakteri adalah cara untuk mengidentifikasi biakan murni bakteri berdasarkan sifat-sifat biologisnya. Uji ini dilakukan dengan mengamati interaksi metabolit bakteri dengan reagen kimia dan kemampuannya menggunakan senyawa tertentu sebagai sumber energi dan karbon. Uji biokimia yang biasanya dipakai dalam kegiatan identifikasi bakteri atau mikroorganismes yaitu antara lain:

1. Uji Fermentasi Karbohidrat (Uji gula-gula)

Uji fermentasi karbohidrat (Uji gula-gula) digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi karbohidrat tertentu dan menghasilkan asam serta gas (Utami & Indrayati, 2023).

2. Uji Imvic (*Indol, Methyl Red, Voges-Proskauer, Simmon's Citrate*)

a. Uji *Indol*.

Uji *indol* digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mendegradasi asam amino triptofan dengan penambahan pereaksi *kovac* yang mengandung *p-dimetilaminobenzaldehid*, butanol, dan asam hidroklorat. Indol yang diekstraksi ke lapisan pereaksi tersebut akan mengasamkan komponen butanol dan membentuk kompleks dengan *p-dimetilaminobenzaldehid* yang menghasilkan warna merah (Situmorang & Manihuruk, 2020).

b. Uji *Methyl Red*

Uji *Methyl Red* dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa dan menghasilkan campuran asam ditunjukkan dengan perubahan warna indikator *Methyl Red* dari kuning menjadi merah (Situmorang & Manihuruk, 2020).

c. Uji *Voges Proskauer*

Uji *Voges Proskauer* digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa, dengan penambahan *a-naftol* dan kalium hidroksida 40% yang mengakibatkan perubahan warna

media VP menjadi merah, jika terdapat asetilmetilkarbinol (asetoin) (Situmorang & Manihuruk, 2020).

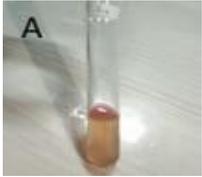
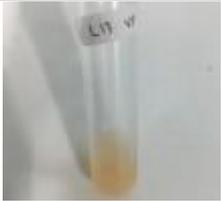
d. Uji Simmon Citrat

Uji sitrat digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi sitrat. Media Simmons-Citrat mengandung sitrat sebagai sumber karbon, garam amonium sebagai sumber nitrogen dan indikator biru brom timol yang berubah warna dari hijau menjadi biru dalam keadaan basa (Situmorang & Manihuruk, 2020).

e. Uji TSIA.

Uji TSIA digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa, laktosa dan sukrosa serta menghasilkan H₂S. Media TSIA mengandung laktosa, sukrosa, glukosa, natrium tiosulfat, fero sulfat dan indikator fenol merah. Jika bakteri uji dapat memfermentasi gula tertentu menjadi asam, maka media akan berubah warna menjadi kuning. Jika bakteri tersebut menghasilkan H₂S, maka akan terdapat endapan berwarna hitam pada bagian bawah media. Endapan tersebut adalah ferro sulfida yang berasal dari reaksi H₂S dengan fero sulfat (Utami & Indrayati, 2023).

Tabel 2.2 Reaksi biokimia bakteri *E.coli*:(Kartikasari, *dkk*, 2019)

Parameter Uji	Interpretasi	Gambar
Indol	+	
MR	+	
VP	-	
TSIA	+ / gas	
Uji Gula-gula	+ / gas	

F. Kajian empirik

Ditemukan beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan uji aktivitas daya hambat ekstrak daun kelor terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*.

Tabel 2.3 Kajian Empirik

No	Nama Peneliti	Judul penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
1.	Nadya Nafa Aenindita (Aenindita, 2024)	Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun kelor metode pemerasan, infusa dan maserasi terhadap <i>Escherichia coli</i>	Metode pemerasan, infusa dan maserasi untuk ekstrak sedangkan metode difusi agar sumuran untuk uji sensitivitas	Konsentrasi hambat minimum metode maserasi terdapat pada konsentrasi 20% sedangkan konsentrasi 15% dan 10% masih ada pertumbuhan bakteri.
2.	Amalia Eka Putri (Putri, 2022)	Uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun kelor (<i>Moringa oleifera, l</i>) dan daun kemuning (<i>Murraya paniculata (l.) Jack</i>) terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> penyebab diare secara in vitro	Metode maserasi untuk ekstrak dan metode difusi kertas cakram untuk uji sensitivitas.	Kontrol positif(klorampheni kol): 0,1% ; kontrol negatif (DMSO): 5%; Sensitivitas ekstrak perbandingan 1:1 sebesar 14,2 mm pada perbandingan 1: 2 sebesar 12,00 mm pada perbandingan 2:1 sebesar 13,5 mm dan semua memiliki kategori zona hambat kuat.

3.	Lusi L.R.H Dima, Fatimawali, Widya Astuty Lolo (Dima & Lolo, 2016)	Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun kelor (<i>moringa oleifera l.</i>) Terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	Metode maserasi untuk ekstrak dan metode difusi agar untuk uji sensitivitas	Kontrol positif(ciprofloxacin)=20,30; 5%=13,33; 10%=14,33; 20%=15,83; 40%=19,50; 80%=22,66.
No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Nurul Avidhah Elhany, Dewi Eka Prawita Rani, Siti Fatimah (Elhany, dkk, 2024).	Uji sensitivitas bakteri <i>Escherichia coli</i> terhadap ekstrak daun kelor (<i>moringa oleifera l.</i>)	Metode maserasi untuk ekstrak dan metode difusi dan dilusi agar untuk uji sensitivitas.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun kelor memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri yang dibuktikan dengan adanya zona bening di sekitar cakram disk, tetapi tidak ditemukan nilai MIC dan MBC. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya adalah pelarut yang digunakan untuk mengekstrak daun kelor yang kurang tepat.
5.	Suryani Hutomo,dkk (Hutomo, dkk, 2023)	Kemampuan ekstrak etanol daun kelor (<i>moringa oleifera</i>) dalam menghambat pembentukan biofilm <i>escherichia coli</i> .	Pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi. Konsentrasi hambat minimal (MIC) ditentukan dengan metode broth microdilution	MIC ekstrak daun kelor terdapat pada konsentrasi 5000 µg/ml. Penghambatan perlekatan dimulai pada konsentrasi 125 µg/ml dan mencapai maksimum pada konsentrasi 2000 µg/ml. Ekstrak etanol daun kelor dapat menghambat pembentukan biofilm <i>E. coli</i> .

G. Pemeriksaan Kepekaan antimikroba

Pada uji ini diamati respons pertumbuhan populasi mikroorganisme terhadap agen antimikroba. Jenis metode uji efektivitas antimikroba yang digunakan yaitu:

Metode Dilusi

Dilusi adalah metode pemeriksaan kepekaan antibiotik untuk menentukan kuantitatif aktivitas antibiotik. Metode ini biasanya digunakan untuk menentukan konsentrasi terendah yang menghambat pertumbuhan bakteri (*MIC/ Minimum Inhibitory Concentration*). Prinsip metode dilusi adalah melarutkan senyawa antibiotik ke dalam media (agar atau cair). Bakteri yang akan diuji kemudian ditumbuhkan dalam media yang mengandung antibiotik tersebut. Dilusi media cair merupakan pemeriksaan kepekaan antibiotik dengan menggunakan media cair (*broth*). Antibiotik yang digunakan terdiri dari berbagai konsentrasi metode pengenceran. Nilai MIC dapat ditentukan mulai dari konsentrasi antibiotik terendah yang tidak ditumbuhi bakteri, yaitu media masih tampak bening atau tidak keruh (Utami & Indrayati, 2023).