



## Efektifitas Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia Coli* (*E.Coli*) dan Biosorben Terhadap Logam Cd dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ )

**Husna Jaida, Zakir Sabara, Syamsuddin Yani\***

Program Studi Magister Teknik Kimia Pascasarjana, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

\*Email: [syamsuddin.yani@umi.ac.id](mailto:syamsuddin.yani@umi.ac.id)

### SARI

Seiring perkembangan industri di Indonesia, maka pencemaran oleh industri pun mengalami peningkatan secara tajam. Bahan pencemar dapat berupa bahan mikrobiologi maupun kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma Cacao L*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia Coli* dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi biosorben kulit buah kakao terhadap penurunan Logam Cd dalam Air. Ekstrak kulit buah kakao diperoleh dari proses ekstraksi dengan metode maserasi dan pelarut etanol 96%, kemudian dipekatkan dengan alat rotary evaporator. Ekstrak kulit buah kakao mampu menghambat pertumbuhan bakteri yaitu pada uji anti bakteri masing-masing ekstrak dengan konsentrasi 0%, 25%, 50% dan 75% menghasilkan zona hambat 0 mm, 9 mm, 13 mm dan 22 mm. Semakin besar konsentrasi ekstrak yang dikontakkan pada bakteri *E.coli*, maka semakin besar pula daya hambat terhadap bakteri *E.Coli*. Biosorben kulit buah kakao diaktivasi dengan  $\text{HNO}_3$  0,6 N. Biosorben dengan massa 1 gram, 5 gram dan 10 gram mampu menyerap Cd pada limbah yaitu masing-masing menyerap sebesar 0,5875 mg/L, 2,3038 mg/L dan 2,6183 mg/L dari konsentrasi awal limbah yaitu 3,4250 mg/L. Efektifitas penyerapan yaitu sebesar 17,15%, 67,26% dan 76,45%. Semakin besar konsentrasi ekstrak kulit buah kakao, maka semakin besar pula daya serap terhadap logam Cd yang terkandung dalam air.

**Kata kunci:** antibakteri, *Escherichia Coli*, kakao, biosorben, ekstraksi

### ABSTRACT

*Along with industrial development in Indonesia, industrial pollution has also increased sharply. Pollutants can be in the form of microbiological or chemical materials. This study aims to determine the effect of the concentration of cocoa pod husk extract (*Theobroma Cacao L*) in inhibiting the growth of *Escherichia Coli* bacteria and to determine the effect of cocoa pod husk biosorbent concentration on the reduction of Cd metal in water.*

**How to Cite:** Jaida, H., Sabara, Z., Yani, S., 2021. Efektifitas Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia Coli* (*E.Coli*) dan Biosorben Terhadap Logam Cd dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Jurnal Geomine, 9 (2): 168-178.

#### Published By:

Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Muslim Indonesia

#### Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05  
Makassar, Sulawesi Selatan

#### Email:

[geomine@umi.ac.id](mailto:geomine@umi.ac.id)

#### Article History:

Submitte 02 Juli 2021

Received in from 05 Juli 2021

Accepted 30 Agustus 2021

#### Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



*Cocoa pod skin extract was obtained from the extraction process using the maceration method and 96% ethanol solvent, then concentrated using a rotary evaporator. Cocoa pod husk extract was able to inhibit bacterial growth, namely the antibacterial test of each extract with a concentration of 0%, 25%, 50% and 75% produced an inhibition zone of 0 mm, 9 mm, 13 mm and 22 mm. The greater the concentration of the extract that is contacted on *E. coli* bacteria, the greater the inhibitory power against *E. coli* bacteria. The biosorbent of the cocoa pod husk was activated with  $HNO_3$  0.6 N. 6183 mg / L from the initial waste concentration of 3.4250 mg / L. So that the absorption effectiveness is obtained, namely 17.15%, 67.26% and 76.45%. The greater the concentration of the extract of the cocoa pods, the greater the absorption of Cd metal contained in water.*

**Keyword:** antibacterial, *Escherichia Coli*, cocoa, biosorbents, extraction

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan industri di Indonesia, maka pencemaran oleh industri pun akan mengalami peningkatan secara tajam. Aktifitas yang berlangsung pada industri, selain memberikan dampak positif bagi masyarakat, tentu juga memberikan dampak negatif yang jarang disadari, salah satunya adalah limbah cair yang dihasilkan oleh industri yang tidak melalui penanganan sempurna dan dapat menjadi bahan pencemar bagi lingkungan. Tingginya tingkat pembuangan air limbah ke lingkungan menyebabkan terjadinya permasalahan lingkungan yang fatal. Salah satu masalah utama yang dihadapi oleh masyarakat adalah pencemaran air, karena jika limbah cair tidak ditangani dengan baik dapat mengurangi kualitas air yang merupakan sumber utama bagi semua makhluk hidup. Oleh karena itu, pemeliharaan akan kualitas dan kuantitas air sangatlah penting demi suatu kelestarian lingkungan yang berkelanjutan (Hayati and Sawir, 2017)

Pencemaran lingkungan sangat merugikan kehidupan makhluk hidup. Pencemaran dapat terjadi pada atmosfer, tanah dan perairan. Adapun beberapa jenis bahan pencemar yang biasa ditemukan adalah bahan mikrobiologi dan bahan kimia. Salah satu cemaran mikrobiologi adalah bakteri-bakteri yang pathogen. Beberapa bakteri dapat menyebabkan timbulnya penyakit pada manusia. Salah satu bakteri pathogen adalah *Escherichia Coli* (*E. coli*) yang dapat menyebabkan penyakit diare, bakteri tersebut memproduksi enterotoksin yang dapat mencemari makanan, terutama makanan yang mengandung protein, sehingga mengakibatkan keracunan (Mulyatni dkk., 2012) Pencemaran yang disebabkan oleh bahan kimia pada umumnya adalah pencemaran oleh bahan kimia organik maupun bahan kimia anorganik yaitu berupa pencemaran logam berat yang dapat masuk ke dalam air. Kadmiun (Cd) merupakan salah satu logam berat yang sering menjadi polutan berbahaya di ekosistem perairan. Kadmiun (Cd) merupakan salah satu logam berat yang sering menjadi polutan berbahaya di ekosistem perairan. Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Di dalam tubuh manusia maupun hewan, logam berat akan terikat pada protein pengikat logam, misalnya metalotionin, sistein dan haemoglobin. Protein tersebut akan mentransfer logam berat ke organ-organ tubuh sehingga akan terjadi akumulasi logam berat pada organ tubuh tertentu (Notohadiprawiro, 2006).

Beberapa teknologi telah dikembangkan untuk menghilangkan logam berat dalam perairan, seperti presipitasi, filtrasi membran, pertukaran ion, serta kopresipitasi. Namun metode tersebut memiliki beberapa kekurangan seperti penghilangan logam yang tidak sempurna, peralatan yang mahal, serta kerugian yang disebabkan oleh produksi endapan kimia yang beracun dan pengolahan limbah menjadi tidak ramah lingkungan. Biosorpsi merupakan metode alternatif untuk menghilangkan logam berat dari perairan karena menggunakan bahan biomaterial yang mudah didapatkan, ramah lingkungan dan biayanya relatif murah (Yetri and Hidayati, 2018). Beberapa biomaterial yang sangat berpotensi sebagai

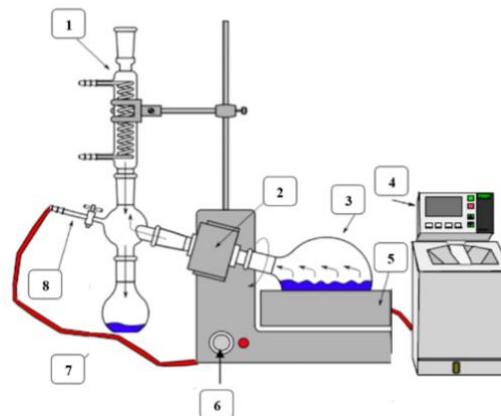
antibakteri dan penyerap logam berat umumnya berasal dari limbah pertanian. Buah coklat (*Theobroma cacao L*) merupakan salah satu hasil perkebunan yang menghasilkan limbah berupa kulit dengan jumlah yang besar (Mulyatni dkk., 2012).

Kulit buah kakao mengandung senyawa aktif flavonoid atau tanin terkondensasi atau terpolimerisasi, seperti antosianidin, katekin, dan leukoantosianidin yang banyak terikat dengan glukosa. Senyawa-senyawa bioaktif tersebut diketahui memiliki sifat antibakteri. Keberadaan senyawa tersebut di dalam kulit buah kakao diduga menjadi salah satu penyebab tidak ditemukannya penyakit pada tanaman kakao yang disebabkan oleh bakteri (Mulyatni dkk., 2012). Selain sebagai antibakteri, kulit buah coklat (*Theobroma cacao L*) juga mengandung selulosa, pektin, dan lignin yang berpotensi mengikat logam berat seperti logam Cd dari larutan (Yetri and Hidayati, 2018). Menurut Peraturan Pemerintah 20/1990 kadar maksimum logam kadmium (Cd) dalam air minum adalah sebesar 0,005 µg/L. Kadmium merupakan logam asing yang sama sekali tidak dibutuhkan oleh tubuh dalam proses metabolisme (Rachman, 2015). Berkaitan dengan hal tersebut, maka dilakukan penelitian tentang, “Efektifitas Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L*) sebagai Antibakteri terhadap *Escherichia Coli (E.Coli)* dan Biosorben terhadap Logam Cd dalam Air menggunakan Aktivator Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ )”, adapun limbah yang digunakan adalah limbah buatan yang ditambahkan dengan larutan kadmium, dengan harapan penyerapan logam cadmium oleh biosorben kulit buah kakao dapat diketahui dengan tepat, sehingga dapat diaplikasikan pada limbah-limbah industri maupun limbah domestik.

## METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao (*Theobroma Cacao L*),  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{HNO}_3$  (Merck, 65%),  $\text{HCl}$  (Merck, 37%), Nutrient Agar, media BBHIB, media EMBA, akuades, akuabides, etanol (Merck, 96%), kertas pH universal, aluminium foil, dan kertas saring whatman 41.

Alat utama yang digunakan untuk proses ekstraksi adalah seperangkat alat rotary evaporator dan pada proses adsorpsi adalah gelas kimia 250 ml, magnetic stirrer dan hot plate (thermo Scientific). Alat-alat pendukung yang digunakan adalah autoclave, incubator, seperangkat alat hot plate, dan sonikator. Adapun alat instrument yang digunakan adalah AAS (thermo Scientific). Rangkaian alat pada proses evaporasi dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Rotary Evaporator

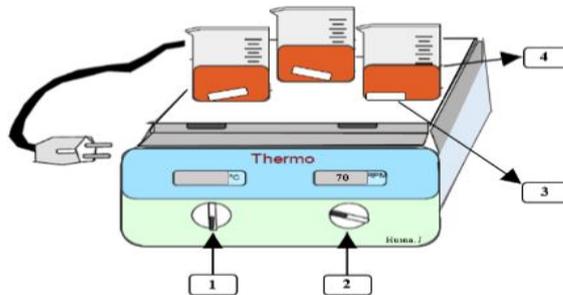
Keterangan:

1. Perangkap dingin
2. Pemutar labu evaporasi
3. Wadah Sampel
4. Pengatur Tekanan
5. Water Bath



6. Pengatur suhu
7. Wadah sisa pelarut
8. Sambungan Vakum

Rangkaian alat pada proses adsorpsi oleh biosorben dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Rangkaian Alat pada proses adsorpsi

Keterangan:

1. Pengatur Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )
2. Pengatur Kecepatan (rpm)
3. Magnetic Stirrer
4. Sampel dan adsorben

Penelitian ini dilakukan dengan dua metode, yaitu pada proses pembuatan ekstrak kulit buah kakao sebagai antibakteri dan pembuatan biosorben kulit buah kakao yang akan diaplikasikan pada limbah yang mengandung logam cadmium.

Pada proses ekstraksi kulit buah kakao dilakukan dengan terlebih dahulu sterilisasi alat dan media yang akan digunakan, kemudian melakukan preparasi sampel dari kulit buah kakao hibrida yang sudah masak diekstrak dengan metode Maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Sebelum proses ekstraksi kulit buah kakao dikeringkan dan dihaluskan hingga menjadi serbuk halus. Sebanyak 500 mg bubuk kulit buah kakao dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan pelarut etanol 96% dengan perbandingan (1 : 2,5). Perendaman dilakukan selama 5 hari dan setiap hari dilakukan pengadukan. Pada hari ke lima dilakukan penyaringan sehingga diperoleh filtrat 1. Residu kembali dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan pelarut etanol 96%, selanjutnya dimaserasi selama 5 hari. Hasil ekstrak kembali disaring diperoleh filtrat 2. Residu yang diperoleh kembali dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan larutan etanol 96%, selanjutnya dimaserasi selama 5 hari. Hasil ekstraksi kembali disaring diperoleh filtrat 3. Filtrat 1, filtrat 2 dan filtrat 3 digabungkan menjadi satu, selanjutnya dievaporasi pada tekanan rendah dan suhu  $50^{\circ}\text{C}$  diperoleh ekstrak konsentrat kulit buah kakao dalam bentuk semi padat. Uji alkaloid pada penelitian ini dilakukan menggunakan pereaksi Bouchardat. Pereaksi tersebut dibuat dengan melarutkan 4 g kalium iodida ke dalam 20 mL akuades dan ditambahkan 2 g iodium kemudian dikocok sampai homogen. Volume pereaksi ditetapkan 100 mL dengan penambahan akuades. Sebanyak 2 mL ekstrak konsentrat kulit buah kakao ditambahkan 1 mL pereaksi Bouchardat dan dikocok. Alkaloid dianggap positif jika timbul endapan berwarna putih. Uji senyawa flavonoid dilakukan dengan cara menambahkan serbuk Mg dan HCl pekat ke dalam ekstrak konsentrat kulit buah kakao. Apabila terbentuk warna orange, merah, atau kuning, berarti positif flavonoid. Estrak kulit buah kakao dibuat beberapa seri konsentrasi yaitu 0%, 25%, 50% dan 75% (g/ml).

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar. Suspense bakteri diperoleh dari kultur murni *e.coli* yang diinokulasi ke media NA miring. Suspensi bakteri uji (*E coli*) sebanyak 1 mL dengan kerapatan terukur hasil Total Plate Count (TPC) dimasukkan ke dalam cawan petri dan ditambahkan Nutrient Agar. Kertas saring Whatman no. 41 berdiameter 1 cm dicelupkan pada cairan ekstrak hasil pengenceran beberapa konsentrasi yaitu pada konsentrasi 25%, 50% dan 75% dan pada akuades steril sebagai kontrol. Kertas

saring tersebut diletakkan secara teratur di atas biakan cawan, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan kemudian dihitung diameter zona hambat yang muncul di sekitar kertas saring dengan menggunakan penggaris.

Pada proses pembuatan biosorben, kulit buah kakao dipotong kecil-kecil, dicuci dengan air mengalir dan aquades agar kulit kakao benar-benar bersih. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering dioven pada suhu 50°C selama 24 jam, dan dihaluskan terlebih dahulu menggunakan lumpang dan alu, kemudian dihaluskan menggunakan blender, lalu diayak dengan ayakan 50 mesh sehingga diperoleh serbuk kulit buah kakao dengan warna coklat muda, tekstur halus dan berukuran seragam. Aktivasi adsorben dilakukan dengan cara mencampur adsorben sebanyak 60 gram dengan 396 mL HNO<sub>3</sub> 0,6 M, kemudian dihomogenkan menggunakan alat sonikator selama 30 menit. Kemudian, campuran disaring dan residu dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi 100°C lalu didinginkan. Selanjutnya residu tersebut direndam dalam aquades panas untuk menghilangkan kelebihan asam kemudian disaring dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam sehingga diperoleh adsorben kulit buah kakao yang kering dan berwarna coklat tua.

Serbuk kulit buah coklat (*Theobroma cacao*) yang bersih dan kering dimasukkan masing-masing sebanyak 1, 5, 10 gram ke dalam 3 buah gelas kimia ukuran 250 mL dan ditambahkan 50 mL air limbah dan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 70 rpm, selama 30 menit. Kemudian campuran disaring dan filtratnya ditampung untuk diukur absorbansinya dengan SSA dan menentukan kadar logam Cd pada Panjang gelombang 228,8 nm.

#### Efektivitas penyerapan (%)

$$Ef (\%) = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan: Ef = Efisiensi penyerapan (%)  
C<sub>o</sub> = Konsentrasi awal (mg/L)  
C<sub>e</sub> = Konsentrasi sisa (mg/L)

## HASIL PENELITIAN

### *Ekstraksi Kulit Buah Kakao*

Ekstrak kulit buah kakao diperoleh dari 500 gram serbuk kulit buah kakao yang diekstraksi dengan metode maserasi, kemudian dipisahkan melalui proses evaporasi, sehingga menghasilkan ekstrak kental sebanyak 126 ml. Proses ekstraksi dilakukan dengan pelarut etanol 96% sebagai larutan penyari, dimana etanol akan menembus dan masuk ke dalam dinding sel yang mengandung zat aktif, sehingga perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang diluar sel akan membuat larutan yang terpekat dari kulit buah kakao akan didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan yang diluar sel dan di dalam sel (Kurniawati, 2015).

### *Pemeriksaan Senyawa alkaloid dan flavonoid*

Ekstrak kulit buah kakao yang diperoleh diuji secara fitokimia yaitu menguji senyawa alkaloid dan flavonoid pada ekstrak. Uji senyawa alkaloid pada ekstrak kulit buah kakao dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan pereaksi Bouchat dan menghasilkan perubahan warna menjadi keruh dan terdapat endapan, hal ini menunjukkan ekstrak kulit buah kakao positif mengandung senyawa alkaloid yang ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna putih. Sedangkan pada uji senyawa flavonoid dilakukan pada ekstrak konsentrasi kulit buah kakao menghasilkan larutan berwarna orange, hal ini menunjukkan ekstrak positif mengandung senyawa flavonoid, yaitu apabila terbentuk warna orange, merah, atau kuning, berarti positif flavonoid (Situmorang, 2016).



Gambar 3. Uji alkaloid dan flavonoid

Tabel 1. Hasil uji alkaloid dan flavonoid

Analisis	Hasil Uji
Alkaloid	+
Flavanoid	+

Dari hasil pengujian diperoleh hasil positif pada uji alkaloid dan flavonoid pada ekstrak kulit buah kakao, yang menandakan ekstrak kulit buah kakao mengandung zat aktif alkaloid dan flavonoid.

#### ***Penyiapan Bakteri E.Coli***

Biakan bakteri E.coli dari kultur murni E.Coli, disuspensikan ke dalam media NA miring dan diinkubasi pada suhu 36°C selama 1x24 jam. Untuk uji penegasan biakan E.Coli pada media NA miring, dilakukan inokulasi pada media EMBA dengan cara mengose satu sengkeli koloni pada media NA dan digoreskan secara zig zag pada media EMBA dan diinkubasi pada suhu 36°C selama 1x 24 jam, sehingga diperoleh hasil pengamatan sebagai berikut:

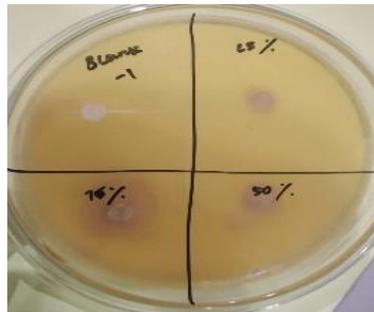


Gambar 4. Bakteri E. Coli pada media EMBA

Pada uji penegasan bakteri E.Coli, dihasilkan koloni yang berwarna hitam keemasan yang menandakan positif mengandung bakteri e.coli.

#### ***Uji Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Kakao***

Hasil pengamatan aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah kakao dengan konsentrasi 0%, 25%, 50% dan 75% terhadap biakan E. coli, menunjukkan terdapat pengaruh nyata dari konsentrasi ekstrak terhadap aktivitas penghambatan masing-masing bakteri uji, yang ditandai dengan adanya perbedaan diameter zona hambat yang terbentuk.



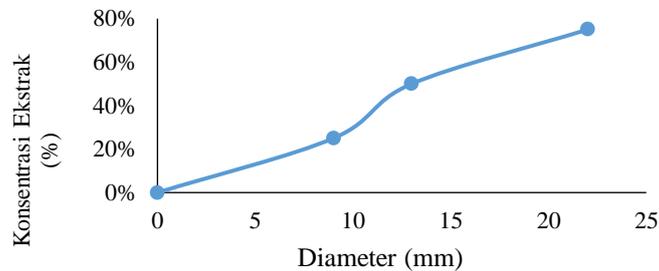
**Gambar 5.** Zona Hambat Bakteri *E.Coli*

Pada **Gambar 5.** menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah kakao dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* pada konsentrasi ekstrak 25%, 50% dan 75%, dengan diameter 9 mm, 13 mm dan 22 mm. Analisis uji statistik menunjukkan bahwa diameter zona hambat pada konsentrasi tersebut berbeda nyata, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak tersebut berpengaruh nyata terhadap aktivitas penghambatan *E. Coli*. (Mulyatni dkk., 2012). Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penghambatan ekstrak kulit buah kakao terhadap pertumbuhan bakteri uji *e. coli* yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat di sekitar kertas saring yang mengandung ekstrak kulit buah kakao. Penghambatan pertumbuhan bakteri oleh ekstrak kulit buah kakao diduga berasal dari aktifitas senyawa bioaktif yang terlarut, di antaranya adalah senyawa alkaloid dan flavonoid (Ngajow dkk., 2013). Kandungan Flavonoid pada ekstrak kulit buah kakao ini menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri, tanin diduga dapat mengkerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri, saponin termasuk dalam kelompok antibakteri yang mengganggu permeabilitas membran sel mikroba, yang mengakibatkan kerusakan membran sel dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel mikroba yaitu protein, asam nukleat, nukleotida dan lain-lain, selain itu alkaloid juga memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme yang diduga adalah dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Podoll *et al.*, 1992)

Daya hambat ditunjukkan dengan adanya zona hambat pertumbuhan bakteri disekitar sampel yang diujikan dan diukur kemampuannya dengan diameter daya hambat (DDH). Diameter daya hambat menunjukkan sifat dari antibakteri dengan beberapa tingkatan yaitu, pada diameter >20 mm menunjukkan daya hambat sangat kuat, diameter 10-20 mm menunjukkan daya hambat kuat, sedangkan 5-10 mm menunjukkan daya hambat cukup (medium), sedangkan diameter <5 mm menunjukkan daya hambat lemah (Rini and Nugraheni, 2018)

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah kakao terhadap masing-masing bakteri uji, terbukti bahwa aktivitas penghambatan dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak pada kertas saring. Aktivitas antibakteri semakin meningkat, dengan semakin tingginya konsentrasi ekstrak (Kusuma dkk., 2013). Banyaknya kandungan senyawa aktif dalam ekstrak menyebabkan senyawa aktif akan lebih mudah untuk merusak sel bakteri. Selain itu senyawa aktif akan mampu menghambat pertumbuhan bakteri lebih banyak yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar kertas saring yaitu pada konsentrasi ekstrak 25% menghasilkan zona hambat 9 mm yang menunjukkan daya hambat cukup, pada konsentrasi 50% menghasilkan zona hambat 13 mm menunjukkan daya hambat kuat, sedangkan pada konsentrasi 75% menghasilkan zona hambat 22 mm menunjukkan daya hambat sangat kuat. Tidak terbentuknya zona hambat pada blanko atau konsentrasi 0% disebabkan karena pada kertas saring tersebut tidak mengandung senyawa aktif, sehingga bakteri tidak terganggu oleh senyawa aktif dapat tumbuh. Hal ini ditandai dengan tidak

terbentuknya zona hambat di sekitar kertas saring. Hasil pengukuran KHM ekstrak kulit buah kakao dengan konsentrasi 0%, 25%, 50% dan 75% dapat kita lihat pada kurva berikut:



**Gambar 6.** Kurva pengukuran daya hambat bakteri

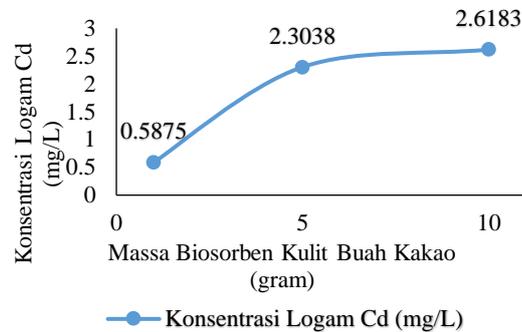
Pada kurva hasil pengukuran menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit buah kakao yang ditambahkan, semakin tinggi pula daya antibakteri yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin banyak pula senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak tersebut

#### ***Pengaruh konsentrasi biosorben kulit buah kakao terhadap penurunan kadar logam Cd dalam air***

Biosorben kulit buah kakao dihasilkan dari serbuk kulit buah kakao kering yang telah diaktivasi menggunakan  $\text{HNO}_3$  0,6 M. Proses aktivasi dilakukan dengan menambahkan 60 gram serbuk kulit buah kakao ke dalam 396 ml  $\text{HNO}_3$  0,6 M. Untuk mengetahui pengaruh biosorben kulit buah kakao terhadap logam Cd, maka dilakukan variasi konsentrasi yang ditambahkan ke dalam air yang terkontaminasi logam Cd. Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang sebelumnya telah di spike logam cadmium dengan konsentrasi tertentu, dan dilakukan pengukuran awal terlebih dahulu untuk mengetahui konsentrasi sebenarnya pada air itu. Pada hasil pengukuran dengan menggunakan AAS, diperoleh kadar Cd dalam limbah adalah 3,4250 mg/L. Limbah air yang digunakan dibuat demikian dengan harapan dapat mengetahui dengan pasti efektifitas biosorben kulit buah kakao terhadap logam cadmium dalam air. Sehingga diperoleh hasil pengukuran seperti pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Konsentrasi Logam Cd yang teradsorpsi oleh Biosorben Kulit Buah Kakao

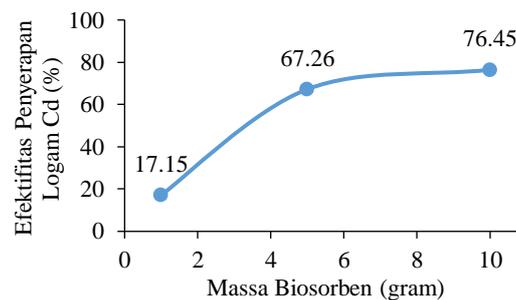
Konsentrasi awal Cd (ppm)	Massa Biosorben (gram)	Konsentrasi Sisa Cd (mg/L)	Konsentrasi Logam Cd yang teradsorpsi (mg/L)	Efektifitas Penyerapan (%) $Ef = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$
3,4250	1	2,8375	0,5875	17,15
	5	1,1212	2,3038	67,26
	10	0,8067	2,6183	76,45



**Gambar 7.** Kurva Penyerapan Logam Cd oleh Biosorben Kulit Buah Kakao

Pada **tabel 2. Dan Gambar 7.** menunjukkan bahwa pada konsentrasi biosorben kulit buah kakao dengan massa sebesar 1 gram, 5 gram dan 10 gram diperoleh hasil pengukuran logam Cd yang teradsorpsi adalah masing-masing yaitu sebesar 0,5875 mg/L, 2,3038 mg/L dan 2,6183 mg/L dari konsentrasi awal limbah yaitu 3,4250 mg/L. Sehingga diperoleh efektifitas penyerapan yaitu masing-masing sebesar 17,15%, 67,26% dan 76,45%.

Efektifitas penyerapan logam cadmium oleh biosorben dapat dilihat pada kurva berikut:



**Gambar 8** Kurva efektifitas penyerapan logam Cd

Kurva di atas menunjukkan semakin besar massa biosorben yang digunakan, maka efisiensi penyerapan terhadap ion logam semakin besar. Bertambahnya berat sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam juga bertambah dan efisiensi penyerapan pun meningkat (Abidin dkk., 2020). Pada penambahan masing-masing 1 gram, 5 gram dan 10 gram diperoleh efektifitas penyerapan yaitu masing-masing sebesar 17,15%, 67,26% dan 76,45%. Terjadinya peningkatan jerapan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah adsorben yang berinteraksi dengan logam timbal. Kandungan selulosa, pektin, dan lignin pada kulit buah coklat (*Theobroma cacao*) berpotensi mengikat logam berat seperti logam Cd dari larutan (Malimongan dkk., 2014).

Biosorben kulit buah kakao mengandung selulosa sebesar 23-54 %, sehingga berpotensi sebagai biosorben yang dapat mengikat logam berat pada air (Sukmawati *et al.*, 2014). Hal ini juga terjadi karena pengaruh kerapatan sel adsorben dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang cukup efektif antara pusat aktif dinding sel adsorben dengan ion logam Cd, sehingga semakin banyak zat penjerap maka semakin banyak pusat aktif yang bereaksi (Podala, Walanda and Napitupulu, 2015). Oleh sebab itu, pada saat jumlah adsorben diperbesar, perbandingan tersebut tidak lagi dipenuhi, sehingga berpengaruh terhadap aktifitas penjerapan ion logam Cd oleh adsorben, yang terlihat pada penambahan 1 gram, 5

gram dan 10 gram diperoleh efektifitas tertinggi pada penambahan 10 gram yaitu sebesar 76,45%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak kulit buah kakao mempunyai potensi sebagai bahan antibakteri terhadap bakteri *Escherichia Coli* (*E. Coli*). Adapun pengaruh konsentrasi ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma Cacao L*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia Coli* (*E. Coli*) adalah semakin besar konsentrasi ekstrak kulit buah kakao yang dikontakkan pada bakteri *E.coli*, maka semakin besar pula daya hambat terhadap bakteri *E.Coli*, yaitu pada hasil penelitian dengan konsentrasi 0%, 25%, 50% dan 75% (g/ml) diperoleh diameter zona hambat pertumbuhan bakteri (mm) yaitu 0 mm, 9 mm, 13 mm dan 22 mm.
2. Kulit buah kakao efektif sebagai biosorben terhadap logam berat cadmium (Cd). Adapun pengaruh konsentrasi ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma Cacao L*) terhadap penurunan logam Cd dalam air adalah semakin besar konsentrasi ekstrak kulit buah kakao, maka semakin besar pula daya serap terhadap logam Cd yang terkandung dalam air, hal ini sesuai penelitian yaitu pada masing-masing penambahan 0 gram, 1 gram, 5 gram dan 10 gram biosorben, diperoleh efisiensi daya serap terhadap logam Cd yaitu sebesar 17,15%, 67,26% dan 76,45%.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing, staf dan seluruh pegawai Fakultas Teknologi Industri Program Pasca Sarjana Magister Teknik Kimia Universitas Muslim Indonesia serta teman-teman BBIHP Makassar yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

## REFERENSI

- Abidin, Z., Kalla, R. and Yani, S. (2020) 'Zeolit Dan Silika Sekam Padi Sebagai Adsorben Untuk Ion Logam Pada Limbah Cair Industri Smelter Nikel', *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(2), pp. 73–77. doi: 10.47398/iltek.v15i2.522.
- Hayati, U. P. and Sawir, H. (2017) 'Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao Sebagai Adsorben Untuk Penyerapan Ion Logam Kromium ( Vi )', *Jurnal Sains dan Teknologi*, 17(1), pp. 1–7.
- Kurniawati, E. (2015) 'Daya Antibakteri Ekstrak Etanol Tunas Bambu Apus Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus* Secara In Vitro', *jurnal Wiyata*, 2(2), pp. 193–199.
- Kusuma, Y. T. C., Suwasono, S. and Yuwanti, S. (2013) 'Pemanfaatan Biji Kakao Inferior Campuran Sebagai Sumber Antioksidan Dan Antibakteri', *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(2), pp. 33–37.
- Malimongan, M., Nafie, N. La and Taba, P. (2014) 'Pemanfaatan Kulit Buah Cokelat (*Theobroma cacao*) sebagai Biosorben Ion Logam Ni(II)', (Ii), pp. 1–12.
- Mulyatni, A. S., Budiani, A. and Taniwiryono, D. (2012) 'Aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) terhadap *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus*', *E-Journal Menara Perkebunan*, 80(2), pp. 77–84. doi: 10.22302/ppbbi.jur.mp.v80i2.39.
- Ngajow, M., Abidjulu, J. and Kamu, V. S. (2013) 'Antibacterial Effect of Matoa Stem (*Pometia pinnata*) peels Extract to *Staphylococcus aureus* Bacteria In Vitro', *Jurnal MIPA UNSRAT*, 2(2), pp. 128–132.
- Notohadiprawiro, T. (2006) *Logam Berat dalam Pertanian, ilmu Tanah Universitas Gajah Mada*.

- Podala, K., Walanda, D. K. and Napitupulu, M. (2015) 'Biocharcoal Dari Kulit Kakao (*Theobroma cacao L*) Untuk Mengadsorpsi Ion Logam Timbal Pb', *Jurnal Akademika Kimia*, 4(3), pp. 136–142. Available at: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JAK/article/view/7850>.
- Podoll, K. *et al.* (1992) 'Übergangsobjekte Als Regressionsphanomene Bei Dementen Patienten', *Nervenarzt*, 63(5), pp. 276–280.
- Rachman, T. (2015) *Pencemaran logam berat: arsen dan kadmium*. Bandung.
- Rini, E. P. and Nugraheni, E. R. (2018) 'Uji Daya Hambat Berbagai Merek Hand Sanitizer Gel Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*', *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 3(1), p. 18. doi: 10.20961/jpscr.v3i1.15380.
- Situmorang, D. T. B. (2016) *Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) terhadap Bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli*. Medan: Program Ektensi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara.
- Sukmawati, P. *et al.* (2014) 'Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao', *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, 5(1 ISSN : 2302-7827), pp. 19–25. Available at: <https://e-resources.perpusnas.go.id:2218/media/publications/173347-ID-none.pdf>.
- Yetri, Y. and Hidayati, R. (2018) 'Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis', *Aplikasi Penentuan Mustahik Menggunakan Global Extreme Programming (Studi Kasus: Badan Amil Zakat dan Sedekah Dewan Kemakmuran Masjid Jakarta)*, (Ii), pp. 1–6.