

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI SENYAWA SINTESIS DIMETIL TIMAH (IV) N-BENZIL METIL DITIOKARBAMAT TERHADAP *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*

Anggun Biodola Zalza¹, Mukhlis Sanuddin², Yulianis³

^{1,2,3}STIKES Harapan Jambi, Indonesia

anggunbiodolazalza18@gmail.com

ABSTRACT; *Dithiocarbamate compounds have biological activity, namely as anticancer, antifungal, and inhibiting bacterial growth. The compound Dimethyl Tin (IV) N-Benzyl Methyl Dithiocarbamate was synthesized with the aim of determining its antibacterial activity against the bacteria Streptococcus mutans and Escherichia coli. This compound was synthesized by adding N-Benzylmethylamine, carbon disulfide and Dimethyl Tin (IV) Dichloride metal until a precipitate was formed, then dried to produce a white powder. Compound characterization used FTIR, ¹H NMR, ¹³C NMR, and antibacterial activity testing using the disk diffusion method. The results of research on synthetic compounds using FTIR obtained clusters (C-N), clusters (C=S), clusters (Sn-S), clusters (Sn-C), clusters (C-C), clusters (C-H). The ¹H NMR measurement results obtained were 0.6552-0.8861 ppm (δ CH₃), 2.5843-2 ppm (δ CH₂), 7.0888-7.4345 ppm (δ Aromatic). ¹³C NMR measurement results obtained were 4.1023-7.6992 ppm (δ CH₃), 46.6439 ppm (δ CH₂), 59.9685 ppm (δ C-N), 127.6009-135.1784 ppm (δ C-Aromatic), 201.4111 ppm (δ CS₂). The activity test of the compound dimethyl tin (IV) N-benzyl methyl dithiocarbamate has antibacterial activity on Streptococcus mutans and Escherichia coli bacteria which are in the strong category. Conclusion: The compound Dimethyl Tin (IV) N-Benzyl Methyl Dithiocarbamate can be synthesized and forms a structural picture and has antibacterial activity.*

Keywords: *Antibacterial, Dimethyl Tin (IV), Dithiocarbamate.*

ABSTRAK; Senyawa ditiokarbamat memiliki aktivitas biologis yaitu sebagai antikanker, antifungi, dan menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat disintesis dengan tujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*. Senyawa ini disintesis dengan penambahan N-Benzilmetilamin, karbon disulfida dan logam Dimetil Timah (IV) Diklorida hingga terbentuk endapan selanjutnya dikeringkan sehingga menghasilkan serbuk berwarna putih. Karakterisasi senyawa menggunakan FTIR, NMR ¹H, NMR ¹³C, dan pengujian aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram. Hasil penelitian dari senyawa sintesis menggunakan FTIR diperoleh gugus (C-N), gugus (C=S), gugus (Sn-S),

gugus (Sn-C), gugus (C-C), gugus (C-H). Hasil pengukuran ^1H NMR diperoleh 0,6552-08861 ppm (δ CH₃), 2,5843-2 ppm (δ CH₂), 7,0888-7,4345 ppm (δ Aromatik). Hasil pengukuran ^{13}C NMR diperoleh 4,1023-7,6992 ppm (δ CH₃), 46,6439 ppm (δ CH₂), 59,9685 ppm (δ C-N), 127,6009-135,1784 ppm (δ C-Aromatik), 201,4111 ppm (δ CS₂). Uji aktivitas senyawa dimetil timah (IV) N-benzil metil ditiokarbamat memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli* yang termasuk kategori kuat. Kesimpulan senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat dapat disintesis dan membentuk Gambaran struktur serta memiliki aktivitas antibakteri.

Kata Kunci: Antibakteri, Dimetil Timah (IV), Ditiokarbamat.

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di negara maju dan berkembang. Penyakit infeksi disebabkan oleh masuk dan berkembang biaknya mikroorganisme, suatu kelompok luas dari organisme mikroskopik yang terdiri dari salah satu atau banyak sel seperti bakteri, fungi, dan parasit serta virus. Penyakit infeksi terjadi ketika interaksi dengan mikroba menyebabkan kerusakan pada tubuh host dan kerusakan tersebut menimbulkan berbagai gejala dan tanda klinis. Mikroorganisme yang menyebabkan penyakit pada manusia disebut sebagai mikroorganisme patogen, salah satunya bakteri patogen (Novard *et al.*, 2019). **Infectious diseases are one of the major public health problems in developed and developing countries. Infectious diseases are caused by the entry and reproduction of microorganisms, a broad group of microscopic organisms consisting of one or many cells such as bacteria, fungi, and parasites as well as viruses. Infectious diseases occur when interactions with microbes cause damage to the host's body and the damage causes a variety of symptoms and clinical signs. Microorganisms that cause disease in humans are referred to as pathogenic microorganisms, one of which is pathogenic bacteria (Novard et al., 2019).**

Diare merupakan suatu kondisi dimana seseorang mengalami buang air dengan frekuensi sebanyak 3 atau lebih perharinya dengan tinja dalam bentuk cair. Total prevalensi diare sebesar 8 %, meningkat dari 7% pada tahun 2013, sedangkan diare pada balita meningkat sebesar 18,5% pada tahun 2018 dari 12,3% pada tahun 2013. Prevalensi diare berdasarkan

Riskesdas tahun 2018 sebanyak 18.225 bayi pada umur <1 tahun dengan presentasi 9%, 73.188 anak pada umur 1-4 tahun dengan persentasi 11,5%, 182.338 anak pada umur 5-14 tahun dengan persentasi 6,2%, dan 165.644 remaja pada umur 15-24 tahun dengan persentasi 6,7%. Kelompok umur 75 tahun ke atas juga merupakan kelompok umur dengan angka prevalensi diare yang cukup tinggi dengan persentasi sebesar 7,2% (Riskesdas, 2018). Diarrhea is a condition in which a person experiences bowel movements with a frequency of 3 or more per day with feces in liquid form. The total prevalence of diarrhea was 8%, an increase from 7% in 2013, while diarrhea in children under five increased by 18.5% in 2018 from 12.3% in 2013. The prevalence of diarrhea based on Riskesdas in 2018 was 18,225 infants at the age of <1 years with a presentation of 9%, 73,188 children at the age of 1-4 years with a percentage of 11.5%, 182,338 children at the age of 5-14 years with a percentage of 6.2%, and 165,644 adolescents at the age of 15-24 years with a percentage of 6.7%. The age group of 75 years and above is also an age group with a fairly high prevalence of diarrhea with a percentage of 7.2% (Riskesdas, 2018).

Selain diare, infeksi yang disebabkan oleh bakteri yaitu karies gigi. Karies gigi merupakan suatu penyakit infeksi oleh mikroorganisme yang menyebabkan demineralisasi pada jaringan sehingga mengakibatkan terjadinya disolusi dan kerusakan pada jaringan tersebut. Berdasarkan hasil data dari Riskesdas menyebutkan bahwa proporsi terbesar masalah gigi di Indonesia adalah gigi rusak atau berlubang (45,3%). Prevalensi karies gigi pada anak usia 3-4 tahun sebanyak 81,1%, pada usia 5-9 tahun sebanyak 92,6% dan pada usia 10-14 tahun sebanyak 73,4%. Resiko anak-anak terkena karies gigi cukup tinggi dikarenakan anak-anak suka jajan makanan dan minuman sesuai keinginannya (Riskesdas, 2018).

Umumnya pengobatan penyakit infeksi dilakukan dengan pemberian antibiotik seperti amoksisilin, ampisilin, kloramfenikol dan antibiotik lainnya yang digunakan sebagai terapi antibakteri. Akan tetapi, penggunaan antibiotik yang tidak tepat menyebabkan resistensi bakteri terhadap antibiotik, dan timbulnya efek samping dan reaksi yang merugikan lainnya. Oleh karena itu, untuk mengurangi resistensi dan efek samping yang merugikan maka diperlukan alternatif lain melalui penemuan inovasi antibakteri baru yang diharapkan lebih efektif dalam pengobatan dan lebih aman dalam penggunaan (Kherid *et al.*, 2020). Salah satu senyawa baru

yang efektif sebagai antibiotik dan diuji aktivitasnya yaitu organotimah memiliki aktivitas yang sangat baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Annissa *et al.*, 2017).

Senyawa organotimah adalah senyawa yang memiliki atom karbon (C) dari gugus organik terikat pada logam timah (Sn). Senyawa organotimah berbentuk mono-, di-, tri-, dan tetra-organotimah tergantung dari jumlah alkil (R) atau aril (Ar) yang terikat pada atom logam. Anion yang terikat (X) biasanya adalah klorida, fluoride, oksida, hidroksida, suatu karboksilat atau suatu thiosilat (Anggraini *et al.*, 2020).

Senyawa turunan organotimah memiliki berbagai aktivitas biologis yang sangat menarik yaitu sebagai antikanker, antimalaria, penghambat korosi, antifungi, dan memiliki aktivitas yang sangat baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Hadi *et al.*, 2022).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa senyawa sintesis Dibutyltimah (IV) bis-metil ditiokarbamat mempunyai aktivitas antibakteri sangat kuat pada bakteri *Salmonella typhi* dan *Escherichia coli* (Sanuddin *et al.*, 2022).

Pada penelitian sebelumnya menghasilkan senyawa Difenilstanum (IV) N-Metilbenzilditiokarbamat memiliki aktivitas antifungi dengan daya hambat paling besar adalah dosis 0,050 gram (Anggraini *et al.*, 2020).

Sehingga perlu dilakukan penelitian baru untuk membuat senyawa organotimah dengan prekursor yang berbeda sebagai alternatif terapi antibiotik. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai sintesis senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat sebagai agen antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Yang melakukan uji aktivitas senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*.

Alat

Timbangan analitik, gelas becker, pipet ukur, erlenmeyer, hotplate, stirrer, desikator, botol sampel, kertas saring, alumunium foil, mikro pipet, labu ukur, botol vial, gelas ukur, spektrofotometer FTIR, spektrofotometer NMR 500 MHz (¹H) dan 125 MHz (¹³C), cawan petri,

jarum ose, bunsen, tabung reaksi, spatel, inkubator, vortex, hot plate, cakram kosong, cakram kloramfenikol, jangka sorong, tissu, kertas label dan kamera.

Bahan

Amina primer N-Benzil Metil ditiokarbamat, karbon disulfida (CS₂), Dimetil Timah (IV) diklorida, media NA (*nutrient agar*), media MHA (*Mueller Hinton Agar*), metanol, aquadest, bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*.

Cara Pembuatan Senyawa sintesis Dimetil Timah (IV)

Dimetil amina (C₈H₁₁N) dipipet sebanyak 2,58 ml dalam 15 ml methanol. Kemudian dipipet karbon disulfida (CS₂) 1,2 ml konsentrasi (0,02 mol) dimasukkan kedalam erlenmeyer 15 ml metanol. Lalu logam dibutil timah (IV) diklorida konsentrasi (0,01 mol) ditimbang 2,19 mg, kemudian dilarutkan dalam 15 ml metanol. Sesudah larut masing-masing larutan dimasukkan secara insitu perlahan, lalu campuran tersebut di stirer selama ± 2 jam. Setelah terbentuk endapan lalu disaring dan dimasukkan ke dalam botol vial kemudian di simpan dalam desikator. Sampel yang terbentuk akan dilakukan uji FTIR, NMR dan uji aktivitas antibakteri.

Pengujian Spektrofotometer FTIR

Sebanyak $1 \pm 1,00$ mg padatan murni senyawa dan digerus dalam bubuk KBr dengan mortar sampai merata dan dimasukkan ke dalam pelat KBr *plate*. Kemudian dimasukkan kedalam wadah. Setelah itu alat yang tahan panas berupa gelas dapat disterilkan dalam oven pada suhu 180°C selama 2 jam dan untuk alat yang tidak tahan panas dapat disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C untuk tekanan 1 atm. Jarum ose dan pinset disterilkan dengan pemijaran langsung pada nyala api bunsen sampai merah pijar (Wijayanti & Safitri, 2018)

Pengujian Spektrofotometer NMR

Sebanyak ± 10 mg hasil sintesis dilarutkan dengan pelarut kloroform yerdeterium. Lalu larutan tersebut dimasukkan ke tabung injeksi dan AGILENT NMR tes kit yang kemudian dilakukan analisis spektrum ¹H NMR dan ¹³C NMR (Sanuddin *et al.*, 2022).

Uji Aktivitas Antibakteri

a. Pengambilan Bakteri

Bakteri uji yang digunakan untuk melihat aktivitas antibakteri pada penelitian ini menggunakan bakteri *streptococcus mutans* dan *Escherichia coli* yang berasal dari laboratorium STIKes harapan Ibu Jambi.

b. Sterilisasi Alat dan Bahan

Semua alat yang digunakan dalam penelitian ini harus dibersihkan kemudian dikeringkan tujuan untuk menghindari adanya cemaran dan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mengganggu penelitian ini. Cawan petri dibungkus dengan kertas buram. dilapisi dengan plastik warp dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C .

Uji Daya Hambat

Cawan petri yang berisi media uji NA ditambahkan suspensi bakteri menggunakan cotton swab steril yang diusapkan pada media dan dibiarkan 5-15 menit agar bakteri terserap ke dalam media. Disiapkan beberapa kertas cakram dengan berbagai konsentrasi. Kertas cakram pertama yaitu kertas cakram kloramfenikol sebagai kontrol positif, lalu kertas cakram berikutnya direndam dalam larutan senyawa uji yakni dimetil timah (IV) N-Metil Benzil Ditiokarbamat dengan konsentrasi 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm selama 10 menit, kertas cakram selanjutnya direndam pada DMSO sebagai kontrol negatif selama 10 menit. Kemudian dengan menggunakan pinset steril letakkan masing-masing pada median NA. Cawan petri ditutup kembali dan dilapisi dengan plastik warp dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C . kemudian amati zona hambat yang terbentuk dengan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali. Zona hambat yang terbentuk kemudian dilakukan pengukuran secara manual menggunakan jangka sorong.

Analisis Data

Aktivitas senyawa terhadap bakteri *streptococcus mutans* dan *Escherichia coli* dengan data berupa hasil FTIR dan NMR serta diameter zona hambat bakteri Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat dan diuji dengan spektrofotometer FTIR dan spektrofotometer NMR. Data hasil pengukuran zona hambat dari senyawa diolah menggunakan

perhitungan secara manual, menggunakan excel serta dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel serta akan dilakukan rata-rata dan standar deviasi dari setiap pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah memiliki aktivitas antibakteri pada senyawa dimetil timah (IV) N-benzil metil ditiokarbamat terhadap bakteri *streptococcus mutans* dan *escherichia coli*.

Mensintesis Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat

Sintesis senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat dilakukan dengan semua larutan logam dimetil timah (IV) diklorida dengan N-Benzilmetil amina lalu secara perlahan ditambahkan karbon disulfida (DMSO). Hasil reaksi yang diperoleh berupa serbuk berwarna putih dan tidak berbau. Selanjutnya karakterisasi struktur senyawa hasil sintesis dilakukan menggunakan FTIR dan NMR ^1H dan ^{13}C .

Tabel 4.1 Hasil Sintesis Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat

Berat Senyawa Yang Didapatkan	Sifat organoleptis		
	Bentuk	Warna	Bau
2,83 gram	Serbuk	Putih	Tidak Berbau
1,09 gram	Kristal	Putih	Tidak Berbau

Analisis FTIR

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dan jenis ikatan yang terdapat pada senyawa kompleks Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat sehingga ikatan dari senyawa kompleks dapat diprediksi.

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dilakukan pada Panjang gelombang 4000-200 cm^{-1} . Daerah panjang gelombang tersebut memunculkan spektrum khas dari senyawa kompleks sehingga terbentuk atau tidaknya senyawa kompleks yang diprediksi. Hasil analisis FTIR senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat menunjukkan bahwa terdapat puncak spektrum tajam gugus fungsi C-N pada bilangan gelombang 1192,01 cm^{-1} , puncak spektrum sedang gugus C=S pada bilangan gelombang 773,46 cm^{-1} , puncak spektrum tajam gugus Sn-S pada bilangan gelombang 360,69 cm^{-1} , puncak spektrum sedang gugus Sn-C pada bilangan gelombang 561,29 cm^{-1} , puncak spektrum sedang gugus C-C pada bilangan gelombang 1078,21 cm^{-1} , dan puncak spektrum tajam pada gugus C-H pada bilangan gelombang 2912,51 cm^{-1} . Nilai spektrum analisis FTIR tersebut sesuai dengan rentang daerah serapan menurut (Sanuddin *et al.*, 2022) gugus fungsi C-N yang berada pada daerah serapan 1250-1000 cm^{-1} , gugus fungsi C=S berada pada daerah serapan 1563-700 cm^{-1} , gugus fungsi Sn-S berada pada daerah serapan 450-350 cm^{-1} , gugus fungsi Sn-C berada pada daerah serapan 605-515 cm^{-1} , gugus fungsi C-C berada pada daerah serapan 1300-800 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-H berada pada daerah serapan 3000-2850 cm^{-1} .

Tabel 4.2 Hasil Analisa FTIR Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat

Daerah Serapan Panjang Gelombang (cm^{-1}) (Silverstein <i>et al.</i> , 1991)	Hasil Analisa Senyawa Dimetil Timah N- Benzil Metil Ditiokarbamat	
	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
1250-1000	1192,01	C-N
1563-700	773,46	C=S
450-350	360,69	Sn-S
605-515	561,29	Sn-C
1300-800	1078,21	C-C
3000-2850	2912,51	C-H

Analisis Spektroskopi NMR

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer NMR ^1H DAN ^{13}C bertujuan untuk mengetahui perkiraan struktur molekul senyawa kompleks Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat. Data hasil analisis NMR spektrum ^1H menunjukkan nilai proton CH_3 berada

pada daerah pergeseran δ 0,6552 - 0,8861 ppm, nilai proton CH_2 berada pada daerah pergeseran δ 2,5843 - 2,6479 ppm, dan nilai proton Aromatik berada pada daerah pergeseran δ 7,0888 - 7,4345 ppm. Nilai spektrum ^1H NMR tersebut sesuai dengan rentang daerah pergeseran proton bahwa nilai δ 0-2 ppm mengindikasikan CH_3 , nilai δ 2-5 ppm mengindikasikan CH_2 dan nilai δ 5-9 ppm mengindikasikan Aromatik (Silverstein *et al.*, 1991)

Tabel 4.3 Hasil Analisa NMR Spektrum ^1H Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat

Daerah Pergeseran Proton ^1H (ppm) (Silverstein <i>et al.</i> , 1991)	Hasil Analisa Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat
δ 0-2 ppm (CH_3)	0,6552-0,8861 ppm (CH_3)
δ 2-5 ppm (CH_2)	2,5843-2,6479 ppm (CH_2)
δ 5-9 ppm (Aromatik)	7,0888-7,4345 ppm (Aromatik)

Analisis NMR spektrum ^{13}C menunjukkan nilai karbon CH_3 berada pada daerah pergeseran δ 4,1023 - 7,6992 ppm, nilai karbon CH_2 berada pada daerah pergeseran δ 46,6439 ppm, nilai karbon C-N berada pada daerah pergeseran δ 59,9685 ppm, nilai karbon Aromatik berada pada daerah pergeseran δ 127,6009 – 135,1784 ppm, dan nilai karbon CS_2 berada pada daerah pergeseran δ 201,4111 ppm. Nilai spektrum ^{13}C NMR tersebut telah sesuai dengan rentang pergeseran karbon yang ditentukan oleh (Silverstein *et al.*, 1991).

Tabel 4.4 Hasil Analisa NMR Spektrum ^{13}C Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat

Daerah Pergeseran Karbon ^{13}C (ppm) (Silverstein <i>et al.</i> , 1991)	Hasil Analisa Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat
δ 0-30 ppm (CH_3)	4,1023-7,6992 ppm (CH_3)
δ 30-50 ppm (CH_2)	46,6439 ppm (CH_2)
δ 50-70 ppm (C-N)	59,9685 ppm (C-N)

δ 100-150 ppm (C-Aromatik)	127,6009-135,1784 (C-Aromatik)
δ 180-220 ppm (C-S ₂)	201,4111 (CS ₂)

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji Aktivitas Antibakteri terhadap senyawa kompleks Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Streptococcus mutans*. Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat disintesis dengan tujuan untuk melihat aktivitas antibakteri. Senyawa ini disintesis secara *in situ*, yaitu dengan penambahan dimetil timah (IV) diklorida, N-benzil metilamin, karbon disulfida hingga terbentuk endapan yang selanjutnya dikeringkan hingga produk akhir berupa serbuk berwarna putih. Metode yang digunakan pada uji aktivitas antibakteri adalah metode difusi kertas cakram dan menggunakan media agar *Mueller Hinton Agar* (MHA). Kelebihan dari metode difusi cakram yaitu proses pengujian cepat, biaya relatif murah, mudah dan tidak memerlukan keahlian khusus (Handayani et al., 2018).

Aktivitas antibakteri dari senyawa organotimah mampu menghasilkan efek yang menghambat pertumbuhan bakteri karena sifat biologis dari senyawa ditiokarbamat yang dapat masuk ke dalam struktur molekul lainnya sehingga senyawa ini bersifat farmakofor yang terbukti baik memiliki aktivitas antibakteri (Anggraini et al., 2020).

a. *Streptococcus mutans*

Pada pengujian aktivitas antibakteri ini digunakan kontrol positif dan kontrol negatif. Kontrol positif yang digunakan yaitu kloramfenikol 30 µg/disk. Kloramfenikol dipilih sebagai kontrol positif karena memiliki aktivitas antibakteri dengan spektrum luas yaitu dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif (Alda et al., 2022). Kontrol negatif yang digunakan yaitu DMSO (dimetil sulfoksida). DMSO dipilih untuk melihat bahwa DMSO tidak memiliki aktivitas antibakteri. Selain itu, DMSO bersifat tidak toksik sehingga tidak memberikan pengaruh daya hambat pada bakteri dan tidak mengganggu hasil pengamatan aktivitas antibakteri (Goetie et al., 2022).

Tabel 4.5 Rata-rata Diameter Zona Hambat Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*

Konsentras i	Diameter Zona Hambat			Rata-rata (mm) $\pm$ SD	Kategori Daya Hambat
	R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)		
50 ppm	10,1	9,05	10,1	9,75 $\pm$ 0,60	Sedang
60 ppm	10,45	10,8	10,35	10,53 $\pm$ 0,23	Kuat
70 ppm	11,4	12,25	11,9	11,85 $\pm$ 0,42	Kuat
K (+)	23,75	24,15	21,25	21,25 $\pm$ 1,57	Sangat Kuat
K (-)	-	-	-	-	Tidak Ada
Keterangan : R1 : Replikasi 1			R2 : Replikasi 2	R3 : Replikasi 3	

SD: Standar Deviasi K (+): Kloramfenikol K(-): DMSO

b. *Escherichia coli*

Senyawa kompleks Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 60 ppm, dan 70 ppm masing-masing konsentrasi mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* yang ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar cakram. Rata-rata zona bening pada konsentrasi 50 ppm memberikan aktivitas antibakteri dengan zona hambat sebesar 9,15 mm, pada konsentrasi 60 ppm sebesar 10,96 mm dan pada konsentrasi 70 ppm sebesar 11,8 mm. memiliki kekuatan daya hambat yang dikategorikan sedang untuk konsentrasi 50 ppm, dan kategori kuat untuk konsentrasi 60 ppm dan 70 ppm menurut Winastri *et al.*, (2020). Kloramfenikol 30 μ g sebagai kontrol positif memiliki zona hambat sebesar 23,2 mm yang dikategorikan sangat kuat menurut Winastri *et al.*, (2020) dan DMSO sebagai kontrol negatif tidak memberikan daya hambat, ini membuktikan bahwa DMSO tidak memiliki aktivitas terhadap antibakteri.

pengujian antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Streptococcus mutans* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin besar zona hambat yang terbentuk. Aktivitas antibakteri pada senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat terdapat perbedaan respon hambat pada kedua bakteri uji, dimana bakteri *Escherichia coli* (Gram negatif) lebih peka dari pada bakteri *Streptococcus mutans* (Gram positif). Menurut Pleczer dan Chan dalam (Andriyono *et al.*, 2022) struktur dinding sel bakteri Gram negatif lebih tipis yang tersusun atas 10% peptidoglikan, polisakarida dan kandungan

lipid yang tinggi. Sedangkan struktur dinding sel bakteri Gram positif lebih tebal yang tersusun atas 60-100% peptidoglikan dan kandungan lipid yang rendah. Peptidoglikan yang tebal pada bakteri Gram positif mengandung dinding sel yang disebut asam teikoat, karena pada bakteri Gram negatif peptidoglikannya lebih tipis maka tidak mengandung asam teikoat, sehingga dinding sel bakteri *Escherichia coli* lebih rentan terhadap gangguan fisik seperti pemberian antibiotik dan antibakteri lain (Haris *et al.*, 2023).

Tabel 4.6 Rata-rata Diameter Zona Hambat Senyawa Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat Terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Konsentrasi	Diameter Zona Hambat			Rata-rata (mm) $\pm$ SD	Kategori Daya Hambat
	R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)		
50 ppm	9,25	8,9	9,3	9,15 $\pm$ 0,21	Sedang
60 ppm	11,2	10,75	10,95	10,96 $\pm$ 0,22	Kuat
70 ppm	11,9	11,8	11,7	11,8 $\pm$ 0,1	Kuat
K (+)	23	23,85	22,75	23,2 $\pm$ 0,57	Sangat Kuat
K (-)	-	-	-	-	Tidak Ada

Keterangan : R1 : Replikasi 1 R2 : Replikasi 2 R3 : Replikasi 3

SD: Standar Deviasi K (+): Kloramfenikol K (-): DMSO

KESIMPULAN

Penelitian ini telah dilakukan dengan hasil yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Senyawa kompleks Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat dapat terbentuk melalui proses sintesis yang telah dilakukan di Laboratorium STIKES Harapan Ibu Jambi, lalu dibuktikan dengan hasil uji dari FTIR dan NMR dimana bilangan gelombang dan daerah pergeseran atomnya sesuai dengan gugus fungsi dari senyawa.
2. Senyawa kompleks Dimetil Timah (IV) N-Benzil Metil Ditiokarbamat memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Streptococcus mutans* dengan daya hambat yang dikategorikan sedang untuk konsentrasi 50 ppm, dan dengan daya hambat yang dikategorikan kuat untuk konsentrasi 60 ppm dan 70 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, J. O., & Onwudiwe, D. C. (2018). Organotin(IV) dithiocarbamate complexes: Chemistry and biological activity. *Molecules*, 23(10), 1–27.
- Afifah, F. (2019). Uji bakteriologis coliform dan escherichia coli pada air tanah bebas. *Geoscience*, 492.
- Alda, S ., Rompas, T., Wewengkang, D. S., & Mpila, D. A. (2022). ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF MARINE ORGANISMS Tunicates Polycarpa aurata AGAINST Escherichia coli AND Staphylococcus aureus Uji. *Pharmacon*, 11(1), 1271–1278.
- Amelia Niwele, Aulia Debby Pelu, & Laitupa Hardiyanti L. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kemangi (Ocimum Sanctum L) Asal Desa Ureng Kabupaten Maluku Tengah Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus epidermis. *Jurnal Kesehatan Amanah*, 5(2), 60–69.
- Andries, J. R., Gunawan, P. N., & Supit, A. (2014). Uji EFEK ANTI BAKTERI EKSTRAK BUNGA CENGKEH TERHADAP BAKTERI Streptococcus mutans SECARA IN VITRO. *E-GIGI*, 2(2).
- Andriyono, S., Dwi Cahyono, T., & Dewi Masithah, E. (2022). Antibacterial Activity of Phyllophorus sp. Methanol Crude Extract on Vibrio alginolyticus and Vibrio harveyi. *Journal of Marine and Coastal Science*, 11(3), 81–89.
- Anggraini, S. M., Hadriyati, A., & Sanuddin, M. (2020). Sintesis Senyawa Obat Difenilstanum (Iv) N-Metilbenzilditiokarbamat Sebagai Antifungi. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 6(1), 308–317.
- Annissa, Suhartati, T., Yandri, & Hadi, S. (2017). Antibacterial activity of diphenyltin(IV) and triphenyltin(IV) 3-chlorobenzoate againts Pseudomonas aeruginosa and Bacillus subtilis. *Oriental Journal of Chemistry*, 33(3), 1133–1139.
- Dewi, N. P., Alaydrus, S., & Pratiwi, P. (2019). Pola Pengobatan Penyakit Diare Pada Pasien. *Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 4(1).
- Fajri, L. (2017). Analisis Kemampuan Memori Mahasiswa Prodi Pendidikan Sains Pada Materi Tata Nama Senyawa Kompleks. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 5(1), 18.

- Fariani, A., & Advinda, L. (2019). Effects of Various Concentrations of Antiseptic Solid Soaps On *Escherichia coli* Pengaruh Berbagai Konsentrasi Sabun Padat Antiseptik Terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Labora Medika*, 7(3), 229–234.
- Fitriana, Y. A. N., Fatimah, V. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Aktivitas Anti Bakteri Daun Sirih: Uji Ekstrak KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum). *Sainteks*, 16(2), 101–108.
- Goetie, I. H., Sundu, R., & Supriningrum, R. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Sekilang (*Embelia borneensis* Scheff) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus* Menggunakan Metode Disc Diffusion. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(2), 144–155.
- Hadi, S., Irianti, N. T., & Noviany, N. (2022). Sintesis, Karakterisasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Organotin(IV) 4-Nitrobenzoat. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(1), 19.
- Halawa, C. W. D., Mendrofa, E., & Lubis, Y. (2019). Uji Efektivitas Antijamur Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus Hystrix*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Aspergillus niger* dan *Candida albicans*. *Jurnal Biosains*, 5(1), 38–44.
- Handayani, R., Qamariah, N., & Mardova, S. A. (2018). 258506-Uji-Daya-Hambat-Ekstrak-Etanol-Batang-Sa-873E5939. 1(1), 16–18.
- Haris Munandar Nasution, Yayuk Putri Rahayu, Rafita Yuniarti, A. F. R. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Rimpang Lempuyang Wangi (*Zingiber Zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm.) Terhadap *Propionibacterium Acnes* Dan *Escherichia Coli*. *Journal of Health and Medical Science*, 2(April), 5–15.
- Hongini, Y & Aditiawarman, M. (2012). *Kesehatan Gigi dan Mulut*. Pustaka Reka Cipta.
- Imam Munandar, A., & Samputra, P. L. (2019). Pengaruh harga logam industrial dan makroekonomi indonesia, malaysia dan china terhadap harga komoditas timah. *Inovasi*, 15(1), 1–11.
- Irzon, R. (2021). Penambangan timah di Indonesia: Sejarah, masa kini, dan prospeksi. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 17(3), 179–189.

- Ismail, I. A., Riga, R., Suryani, O., Insani, M., Lian Pernadi, N., & Febriyanti, A. (2022). Analisis Spektrum $^1\text{H-NMR}$: Penjelasan Sederhana. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*, 6(12), 336–342.
- Jayanto, I., Ningrum, V. D. A., & Wahyuni, W. (2020). Gambaran Serta Kesesuaian Terapi Diare Pada Pasien Diare Akut Yang Menjalani Rawat Inap Di Rsud Sleman. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 3(1), 1.
- Kherid, M. T., Sari, D. diana, & Nuri, N. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kacapiring (*Gardenia augusta* Merr.) dan Fraksinya Terhadap *Salmonella typhi*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 005(02), 97–102.
- Kusumastuti, A. (2011). Pengenalan Pola Gelombang Khas dengan Interpolasi. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 2(1), 7–12.
- Listrianah, L., Zainur, R. A., & Hisata, L. S. (2019). Gambaran Karies Gigi Molar Pertama Permanen Pada Siswa – Siswi Sekolah Dasar Negeri 13 Palembang Tahun 2018. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 13(2), 136–149.
- Male, Y. T., Tehubijuluw, H., & Pelata, P. M. (2018). Synthesis Of Binuclear Complex Compound Of $\{[\text{Fe}(\text{L})(\text{NCS})_2]_2 \text{ oks}\}$ ($\text{L} = 1,10\text{-phenantrolin}$ and $2,2'\text{-bipyridine}$) Sintesis Senyawa Kompleks Berinti Ganda $\{[\text{Fe}(\text{L})(\text{NCS})_2]_2 \text{ oks}\}$ ($\text{L} = 1,10\text{-fenantrolin}$ dan $2,2'\text{-bipiridin}$). *J. Chem. Res*, 1, 15–22.
- Menggunakan, D., Mekanika, M., Mm, M., Pratiwi, S. W., Anggraeni, A., Bahti, H. H., Tinggi, S., Bakti, A., & Barat, J. (2022). Karakterisasi Hasil Reaksi Ion Gadolinium (III) dengan Ligan Dibutilditiokarbamat Menggunakan Metode Mekanika Molekular (MM2). *Chimica et Natura Acta*, 10(2), 66–71.
- Novard, M. F. A., Suharti, N., & Rasyid, R. (2019). Gambaran Bakteri Penyebab Infeksi Pada Anak Berdasarkan Jenis Spesimen dan Pola Resistensinya di Laboratorium RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2014-2016. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2S), 26.
- Nurani, N. V., & Zakiyah, N. (2022). Artikel Ulasan: Aktivitas Ekstrak Tanaman *Ocimum* sp. terhadap *Streptococcus mutans* Penyebab Karies Gigi. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 2(3), 171.

- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41.
- Nuzulia, R., & Santoso, O. (2017). Pengaruh Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum* Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Terhadap Viabilitas Bakteri *Streptococcus mutans*. *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, 6(4), 1565–1571.
- Palungan, I., Bara, R. A., Mangindaan, R. E. P., Kemer, K., & Wullur, S. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Spons *Stylissa carteri* dari Teluk Manado , Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1), 9–18.
- Pambudi, A., Farid, M., & Nurdiansah, H. (2017). Analisa Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 441–444.
- Putri, C. A. J., & Taufiq Maulana, I. (2020). Potensi Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tetraselmis chui Buther terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*. *Prosiding Farmasi*, 6(2), 146–151.
- Rafi, M., Anggundari, W. C., & Irawadi, T. T. (2016). Indonesian Journal of Chemical Science. *J. Chem. Sci*, 5(3), 3–8.
- Rini Chylen Setiyo & Rohmah Jamilatur. (2020). *Bakteriologi Dasar*. Umsida Press.
- Riskesdas. (2018). Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf. In *Lembaga Penerbit Balitbangkes* (p. hal 156).
- Rosahdi, T. D., Tafiani, N., & Hafsari, A. R. (2019). Identifikasi Spesies Isolat Bakteri K2Br5 dari Tanah Karst dengan Sistem Kekerabatan Melalui Analisis Urutan Nukleotida Gen 16S rRNA. *Al-Kimiya*, 5(2), 84–88.
- Safitri, M. A. C., Putri, A. E., & Tilarso, D. P. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Batang Pepaya (*Carica papaya* Linn.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 Secara In Vitro. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 2(4), 452–457.
- Saito Taro. (1996). *kimia anorganik*. permission of iwanami shoten.
- Sanjiwani, N. M. S., Paramitha, D. A. I., Chandra, A. A., Ariawan, I. M. D., Megawati, F., Dewi, T. W. N., Miarati, P. A. M., & Sudiarsa, I. W. (2020). Pembuatan Hair Tonic Berbahan

- Dasar Lidah Buaya Dan analisis Dengan Fourier Transform Infrared. *Jurnal Widyadari*, 21(1), 249–262.
- Sanuddin, M., Hadriyati, A., & Sari, I. P. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Staphylococcus Aureus Dan Escherichia Coli Terhadap Senyawa Sintesis Difeniltin (IV) Metil Ditiokarbamat. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 46.
- Sari, L. (2017). Ibnu Sina 25 (4) 2017.pdf. In *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Ibnu Sina* (Vol. 25, Issue 4, pp. 1–11).
- silverstein R.M, G. Clayton Bassler, T. C. M. (1991). *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. John Wiley & Sons, Inc.
- Surya, K., Yusuf, M., Teknikspertambangan, J., & Srayaspalembang-Prabumulihskm, J. (2020). *Potensi Investasi Tin Can Dalam Peningkatan Nilai Tambah Logam Timah Bangka Belitung Potential of Tin Can Investment To Increase Value of Tin Metal in Bangka Belitung*. 4(2).
- Susilawati, S. (2017). Pengaruh Radiasi Neutron Terhadap Waktu Relaksasi Spin-Kisi (T1) Pada Polimer Polivinil Klorida (Pvc) dengan Spektroskopi Nmr Pulsa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(1), 67–76.
- Utami, N., & Luthfiana, N. (2016). Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kejadian Diare pada Anak. *Majority*, 5, 101–106.
- Wijayanti, T. R. A., & Safitri, R. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi Linn) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus Aureus Penyebab Infeksi Nifas. *Care : Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, 6(3), 277.
- Winastri, N. L. A. P., Muliasari, H., & Hidayati, E. (2020). AKTIVITAS ANTIBAKTERI AIR PERASAN DAN REBUSAN DAUN CALINCING (Oxalis corniculata L.) TERHADAP Streptococcus mutans. *Berita Biologi*, 19(2).
- Wulan Sari, N., & Fajri, M. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa acminate* (L)). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1), 30.