

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Pemurnian Mikroba Endofit Dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*)

Sampel yang digunakan sebagai sumber isolat mikroba endofit berasal dari rimpang temulawak yang diperoleh dari kebun warga di Batu dan Purwodadi. Rimpang temulawak yang diperoleh langsung dicuci dengan air mengalir selama 3 menit dan dikupas kulitnya selanjutnya ditimbang sebesar 1 gram persampel. Sterilisasi permukaan sampel dilakukan dengan merendam rimpang yang telah dicuci selama 3 menit kedalam etanol 75%, larutan natrium hipoklorit 5,3% selama 3 menit, larutan etanol 75% kembali selama 3 menit, larutan antifungi selama 3 menit dan terakhir dibilas dengan aquades steril selama 3 kali untuk mendapatkan rimpang yang steril.

Natrium hipoklorit dan etanol berfungsi sebagai desinfektan yang berguna untuk mensterilkan permukaan dari rimpang temulawak secara kimia. Larutan antifungi berfungsi agar rimpang temulawak yang ditempelkan di media nutrient agar tidak ditumbuhi fungi. Rimpang steril yang didapat dibelah menjadi dua bagian dan ditanam dengan posisi menelungkup kearah media yang telah padat. Kontrol didapat dari rimpang yang tidak dibelah dan langsung diletakkan di dalam cawan petri berisi media nutrient agar. Cawan petri yang telah berisi rimpang temulawak kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Mikroba endofit yang tumbuh kemudian dilakukan pemurnian selama 3 kali untuk mendapatkan

isolat tunggal. Tabel 4.1 menunjukkan hasil isolasi, dimana 2 isolat berasal dari Batu dan 2 isolat berasal dari Purwodadi.

Tabel 4.1 Hasil Isolasi Bakteri Endofit dari Temulawak

Daerah Sampel	Jumlah Bakteri	Kode Isolat
Batu	2	BT1
		BT2
Purwodadi	2	PD1
		PD2

Keterangan Tabel 4.1 BT=Rimpang dari Batu, PD=Rimpang dari Purwodadi

Empat isolat bakteri endofit hasil dari rimpang temulawak selanjutnya diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis sampai dengan tingkat spesies berdasarkan buku kunci identifikasi Bergey's (2005). Hasil identifikasi secara makroskopis ditunjukkan oleh tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ciri Makroskopis Hasil Isolasi

Kode Isolat	Bentuk Koloni	Permukaan Koloni	Tepi Koloni	Warna Koloni
BT1	Bulat	Tidak Rata	Utuh	Krem
BT2	Bulat	Rata	Bergerigi	Putih
PD1	Bulat	Tidak Rata	Utuh	Krem
PD2	Bulat	Rata	Utuh	Putih

Keterangan Tabel 4.2 BT=Rimpang dari Batu, PD=Rimpang dari Purwodadi

4.2 Identifikasi Mikroba Endofit Dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*)

Pengamatan secara pewarnaan Gram menunjukkan bahwa bentuk isolat mikroba adalah batang. Tabel 4.3 menunjukkan bahwa isolat mikroba endofit didominasi oleh bakteri Gram positif sebanyak 3 dan bakteri Gram negatif sebanyak 1 isolat dari seluruh isolat mikroba endofit. Gram negative ditunjukkan dengan adanya koloni berwarna merah, sedangkan gram positif ditunjukkan dengan koloni berwarna ungu. Bakteri Gram positif mampu mempertahankan zat warna utama dalam pewarnaan Gram, yaitu *Gentian Violet*, sehingga ampak berwarna ungu saat pengamatan dikarenakan dinding sel kelompok bakteri ini tersusun oleh sebagian besar peptidoglikan, yang mampu mengikat zat warna dan tidak rusak saat dicuci dengan alcohol. Bakteri Gram negative memiliki komposisi dinding sel yang sebagian besar tersusun dari lapisan lipid, sehingga pada saat pewarnaan kurang dapat mempertahankan zat warna utama terutama saat dicuci dengan alcohol (lipid rusak saat dicuci dengan alcohol), akibatnya kelompok bakteri ini memberikan penampakan warna merah (warna dari zat warna kedua, safranin) diakhir perlakuan pewarnaan Gram.

Isolat terbanyak yaitu Gram positif, hal ini dapat disebabkan cara memperoleh nutrisi dari hasil metabolisme, bakteri gram positif lebih kompleks dalam memproteksi pertahanan dari gangguan fisik maupun patogen dalam jaringan inang, jika dilihat dari struktur dan komposisi dinding sel bakteri gram positif relatif sederhana dibandingkan bakteri gram negatif yang lebih kompleks.

Tabel 4.3 Hasil pengamatan bakteri berdasarkan pewarnaan gram

Kode isolat	Pewarnaan Gram	Bentuk
BT1	Positif	Batang tunggal
BT2	Negatif	Batang tunggal
PD1	Positif	Batang tunggal
PD2	Positif	Batang tunggal

Keterangan Tabel 4.3. BT=Rimpang dari Batu, PD=Rimpang dari Purwodadi

Dari hasil pewarnaan Gram dapat diketahui adanya gram positif dan gram negatif, kemudian dilakukan uji lanjut untuk mengetahui jenis spesiesnya. Dari 4 koloni bakteri endofit, ditemukan 3 gram positif dan 1 gram negative. Untuk gram negative di uji dengan sumuran Mikrobact 12A sedangkan gram positif di uji dengan konvensional. Dari 4 koloni ditemukan 3 bakteri yang berbeda yang dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Identifikasi bakteri endofit

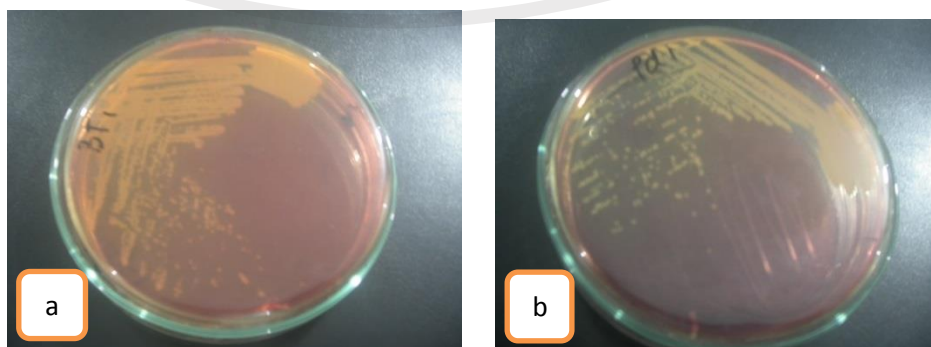
Kode Isolat	Nama Spesies
BT1	<i>Actinomyces viscosus</i>
BT2	<i>Pseudomonas stutzeri</i>
PD1	<i>Actinomyces viscosus</i>
PD	<i>Bacillus brevis</i>

Keterangan Tabel 4.4 BT=Rimpang dari Batu, PD=Rimpang dari Purwodadi

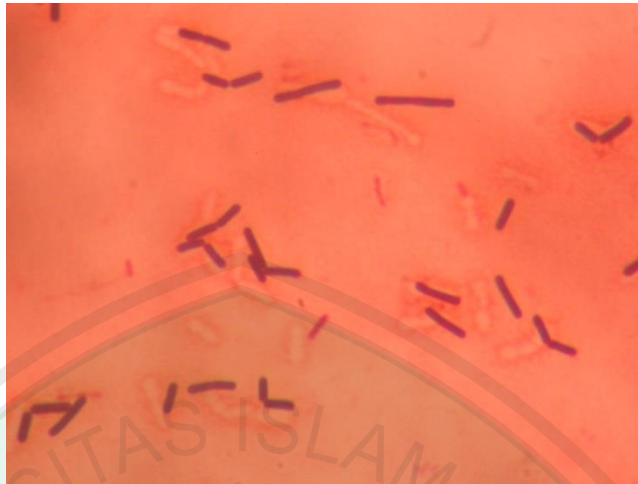
1. Isolat BT1 dan PD1 (*Actinomyces viscosus*)

Bakteri endofit diisolasi dari rimpang temulawak dari Batu dan Purwodadi yang diiris dan diletakkan bagian dalamnya pada media NA, kemudian diidentifikasi dengan pewarnaan Gram, diperoleh hasil Gram positif kemudian diuji dengan uji konvensional. Isolate BT1 dan PD1, bakterinya berbentuk batang, tidak mempunyai spora. Fermentasi karbohidrat yang positif ditunjukkan dalam fermentasi arabinose, fruktosa, glukosa, inositol, maltose, raffinosa, salicin dan sukrosa. Hasil identifikasi menunjukkan isolat BT1 dan PD1 merupakan spesies *Actinomyces viscosus* (Lampiran 7 dan 9).

Bakteri *Actinomyces viscosus* tumbuh menyebar, pinggiran tidak rata, permukaan keriput, berwarna putih, gram positif sel umumnya berbentuk batang tunggal (monobacillus), diameter sel 0.5-1 μm , panjang sel 1-3 μm . *Actinomyces* berbentuk batang, tidak bergerak, tidak dapat membentuk endospore, respirasi secara fakultatif anaerob dengan rentang suhu pertumbuhan 35-37°C. Spesies ini dapat memfermentasikan gula, tidak menghasilkan enzim urease, menghasilkan enzim katalase, H₂S positif, sitrat positif dan methyl red positif (Komala, 2012).



Gambar 4.1 Isolat Bakteri *Actinomyces viscosus* pada media nutrient agar
a. Isolat BT1, b. Isolat PD1



Gambar 4.2 Foto mikroskopis bakteri *Actinomyces viscosus* Isolat BT1 (400x)



Gambar 4.3 Foto mikroskopis bakteri *Actinomyces viscosus* Isolat PD1 (400x)

2. Isolat BT2 (*Pseudomonas stutzeri*)

Isolat BT2 menunjukkan adanya bakteri endofit yang selnya berbentuk batang, golongan gram negatif, kemudian di uji dengan microbact GNB 12A diperoleh hasil dapat mereduksi oksidase, dapat bergerak, positif nitrat dan ONPG (Operations Nuclear Planning Group). Hasil dari data base microbact di proses

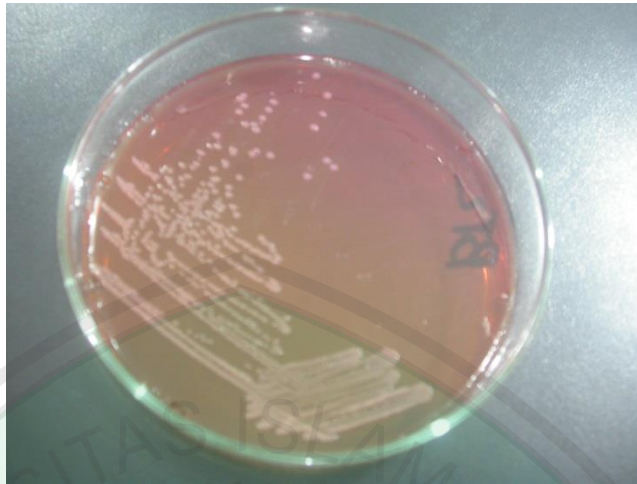
dan diinput dengan program file microbact bakteri dengan ciri-ciri tersebut tergolong dalam genus *Pseudomonas* dan spesies *Pseudomonas stutzeri* 68,70% (Lampiran 8).

Robert (1989), bakteri *Pseudomonas* merupakan bakteri yang bersifat gram negatif dan berbentuk basil. Bakteri *Pseudomonas* termasuk golongan bakteri mesofil, bakteri tersebut dapat tumbuh optimal pada kisaran 25-35°C dengan suhu optimum 40°C.

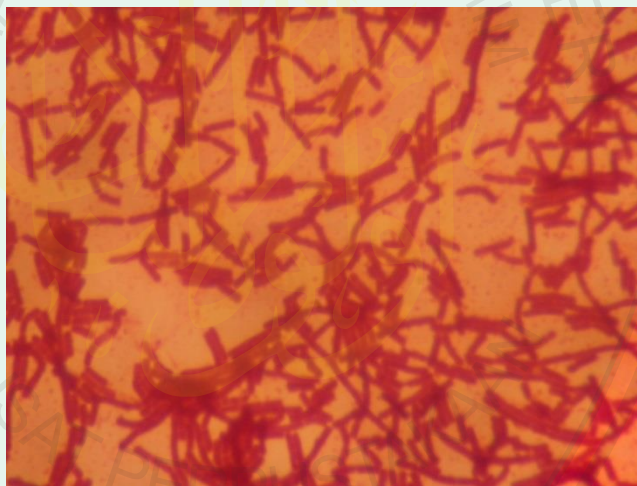
Pseudomonas stutzeri memiliki sel berbentuk lurus atau sedikit berlekuk. Bersifat motil oleh satu atau beberapa flagella. Bersifat aerob, tipe metabolisme respiasi menggunakan oksigen sebagai akseptor electron dan termasuk bakteri gram negative. Bakteri ini banyak ditemukan di tanah dan juga sering menyerang ikan air tawar. *Pseudomonas stutzeri* disebut juga sebagai dinitrifiers karena bakteri ini mampu merubah nitrat menjadi gas nitrogen. *Pseudomonas stutzeri* tidak bersifat patogen pada manusia dan pada tanaman inangnya (Hardhianto, 2010).

Menurut Salle (1991) klasifikasi *Pseudomonas stutzeri* yaitu:

Kingdom	Bacteria
Filum	Proteobacteria
Kelas	Gamma Proteobacteria
Ordo	Pseudomonadales
Family	Pseudomonadaceae
Genus	<i>Pseudomonas</i>
Spesies	<i>Pseudomonas stutzeri</i>



Gambar 4.4 Bakteri *Pseudomonas stutzeri* isolat BT2 pada media nutrient agar



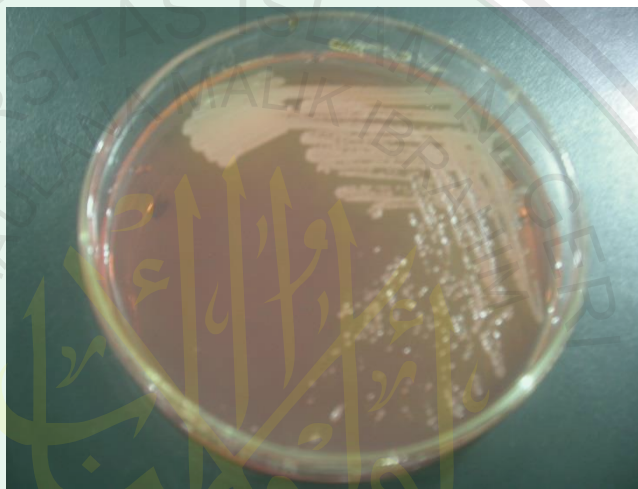
Gambar 4.5 Foto mikroskopis Bakteri *Pseudomonas stutzeri* Isolat BT2
(400x)

3. Isolat PD2 (*Bacillus brevis*)

Identifikasi pada Isolat PD2 menunjukkan adanya spora dimana bakteri ini dapat memfermentasikan gula-gula yaitu glukosa dan maltose, dapat tumbuh pada suhu 25°C, 37°C, 40°C dan 55°C dengan media spesifik nutrient broth dimana

bakteri ini bersifat motil yang sensitive terhadap antibiotic penicillin, dapat mereduksi beta hemolisa, katalase dan oksidase.

Bacillus brevis memiliki warna koloni krem, tidak tembus cahaya, pinggiran terlihat rata, sifat elevasi adalah cembung, permukaan mengkilap dan berbentuk bulat atau tidak teratur dengan diameter 0,5-4,5 μm (Dias, 2003).



Gambar 4.6 Bakteri *Bacillus brevis* Isolat PD2 pada media nutrient agar



Gambar 4.7 Foto mikroskopis bakteri *Bacillus brevis* isolat PD2 (1000x)

4.3 Uji Aktifitas Metabolit Sekunder Mikroba Endofit Dari Rimpang Temulawak Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis*

Pengamatan dilakukan setelah bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis* diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C, diameter zona hambat dari uji aktifitas antibakteri bakteri endofit dari rimpang temulawak terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis* dapat dilihat pada 4.5.

Tabel 4.5 Zona hambat pada uji aktifitas metabolit skunder mikroba endofit terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis*

Kode Isolat	Spesies	Zona hambat (dalam mm)			
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	
		Panjang	Keterangan	Panjang	Keterangan
BT1	<i>Actinomyces viscosus</i>	3,3	Sedang	3,7	Sedang
BT2	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	5,6	Sedang	3,3	Sedang
PD1	<i>Actinomyces viscosus</i>	5,0	Sedang	1,7	Lemah
PD2	<i>Basillus. Brevis</i>	4,0	Sedang	4,7	Sedang
	Kontrol Positif	13,5	Kuat	34	Kuat
	Kontrol Negatif	0	Tidak Menghambat	0	Tidak Menghambat

Keterangan: BT1=Isolat rimpang dari Batu, BT2=Isolat rimpang dari Batu, PD2=Isolat rimpang dari Purwodadi

Pan, *et al* (2009), menjelaskan bahwa kategori penghambatan antimikroba berdasarkan diameter zona hambat yaitu diameter 0-3 mm respon hambatan pertumbuhan lemah, diameter 3-6 mm respon hambatan pertumbuhan sedang dan diameter ≥ 6 mm respon hambatan pertumbuhan kuat. Berdasarkan Tabel 4.5, 4 isolat yang diuji aktifitas metabolit skunder bakteri endofit mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba endofit dari rimpang temulawak baik dari Kota Batu maupun Purwodadi mampu menghasilkan metabolit skunder sebagai antibakteri. Radji (2005) bakteri endofit memproduksi senyawa metabolit skunder sesuai dengan tanaman inangnya. Uji aktifitas metabolit bakteri endofit terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan zona hambat terbesar yaitu pada isolate BT2 dengan spesies *Pseudomonas stutzeri* menghasilkan zona hambat sebesar 5,6 mm. Zona hambat terkecil 3,3 mm pada isolate BT1 spesies *Actinomyces viscosus*. Isolat PD2 spesies *Basillus brevis* menghasilkan zona hambat 4 mm, isolat PD1 sebesar 5 mm. Uji aktifitas metabolit bakteri endofit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan zona hambat terbesar yaitu pada isolate PD2 spesies *Basillus brevis* zona hambat sebesar 4,7 mm. Hasil zona hambat terkecil 1,7 mm pada isolate PD1 spesies *Actinomyces viscosus*. Isolat BT1 spesies *Actinomyces viscosus* sebesar 3,7 mm dan isolat BT2 spesies *Pseudomonas stutzeri* sebesar 3,3 mm.

Aktifitas metabolit sekunder isolat bakteri endofit dari rimpang temulawak secara *in vitro* terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri *Staphylococcus epidermidis* menunjukkan adanya zona hambat dengan kriteria sedang. *Actinomyces viscosus* pada isolat PD1 menghambat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan kriteria sedang (5 mm) dan bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan kriteria lemah (1,7 mm). Senyawa aktif pada isolat PD1 lebih sensitive terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Menurut Tortora (2001), aktifitas antibiotik yang sensitif menghambat pertumbuhan bakteri baik golongan bakteri Gram Positif maupun Gram Negatif, dikatakan mempunyai spectrum yang luas. Sebaliknya suatu antibiotic yang hanya efektif terhadap golongan bakteri Gram tertentu dikatakan antibiotic spectrum sempit, seperti golongan penisilin yang aktif pada bakteri Gram Positif. Golongan streptomycin aktif menghambat pada golongan bakteri gram negative sedangkan tetracyclin mempunyai spectrum luas pada dua daerah bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. Semakin tinggi konsentrasi suatu zat antibakteri semakin tinggi daya hambat antibakterinya.

Factor biotik dan abiotik mempengaruhi produksi metabolisme sekunder yang dihasilkan tiap isolat, dimana rimpang temulawak yang digunakan untuk isolasi didapat dari dua tempat yang berbeda yakni Batu dan Purwodadi dengan keadaan komposisi tanah, kondisi cuaca dan iklim yang berbeda. Temulawak mudah hidup dalam kondisi cuaca yang dingin seperti di daerah Batu, sehingga rimpang temulawak dari daerah Purwodadi diduga memiliki senyawa metabolit sekunder khusus yang lebih berkualitas daripada rimpang temulawak dari Batu karena adanya cekaman yang mengakibatkan perbedaan sekresi senyawa

metabolit oleh rimpang temulawak. Semakin besar cekaman tanaman, maka semakin berkualitas metabolit skunder yang disekresikan. Selama berada dalam tanaman bakteri endofit mendapatkan asupan makanan dari tanaman. Bakteri endofit memanipulasi tanaman dalam mengalihkan aliran nutrisi (misal hasil fotosintesis seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa) menuju tempat kolonisasi bakteri (Kim, 2011). Zona hambat yang dihasilkan oleh metabolit skunder bakteri endofit terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat dilihat pada gambar 4.10.

Menurut Strobel (2002), terbentuknya zona hambat juga dipengaruhi oleh factor lingkungan dan bakteri uji yang berlebihan sehingga pengaruh metabolit yang dihasilkan oleh bakteri endofit tidak signifikan terhadap pertumbuhan bakteri uji. Tabel 4.5 menunjukkan uji metabolit yang dihasilkan bakteri endofit dari semua isolate rimpang temulawak yang berasal dari kota Batu dan Purwodadi mempunyai potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, metabolit skunder yang dihasilkan bakteri endofit kemungkinan menghasilkan senyawa kimia seperti yang dihasilkan tanaman temulawak. Menurut Aulmozi (2007) tanaman temulawak menghasilkan senyawa alkaloid, tanin dan flavonoid yang mampu digunakan sebagai antibakteri.

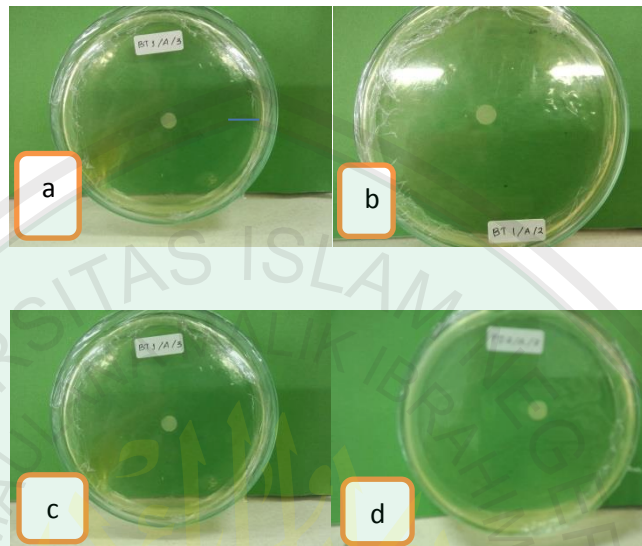
Mekanisme kerja senyawa yang bersifat antimikroba ada beberapa cara, yaitu penghambatan sintesis dinding sel yang menyebabkan kerusakan dinding sel sehingga terjadi lisis, perubahan permeabilitas membran sel atau transpor aktif melalui membran sel yang dapat menyebabkan kebocoran dan kematian sel,

penghambatan sintesis protein, dan penghambatan sintesis asam nukleat (Ramachandran dkk, 2004). Kemampuan tanin dalam menghambat pertumbuhan bakteri menurut Robinson (1991) yaitu dengan cara mempresipitasi protein, karena diduga tanin juga mempunyai efek yang sama dengan senyawa *fenolik*. Efek antibiotic tanin antara lain melalui: reaksi dengan membrane sel, inaktivasi enzim dan inaktivasi fungsi materi genetic.

Saponin adalah senyawa aktif yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air sehingga bersifat seperti sabun, memiliki molekul yang dapat melarutkan lemak atau lipofilik sehingga dapat mengganggu permeabilitas membrane sel bakteri, mengubah struktur dan fungsi membrane, dan akhirnya menyebabkan membrane sel akan rusak dan akhirnya lisis (Arabski *et al*, 2012). Menurut Robinson (1998), flavonoid merupakan senyawa fenol yang tersebar dalam tumbuhan karena flavonoid mempunyai banyak fungsi, pada tumbuhan yang mengandung flavonoid berfungsi sebagai pengatur tumbuh, fotosintesis, kerja antimikroba dan virus.

Penelitian ini menunjukkan bahwa rimpang temulwak (*Curcuma xanthorrhiza*) memiliki potensi sebagai penghasil senyawa antimikroba terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis* karena diduga didalam rimpang temulawak yang digunakan sebagai sampel terdapat senyawa xanthorizol, dimana senyawa ini tidak ditemui pada Curcuma lain. Hansel (1980) ekstrak segar temulawak memiliki senyawa antimikroba yang khas yaitu xanthorizol yang tidak dimiliki oleh rimpang Curcuma lainnya walaupun hanya dalam jumlah yang sangat kecil. Senyawa xanthorizol pada temulawak $\geq 6\%$. Hwang (2000) menyatakan aktifitas antimikroba dari xanthorizol mempunyai

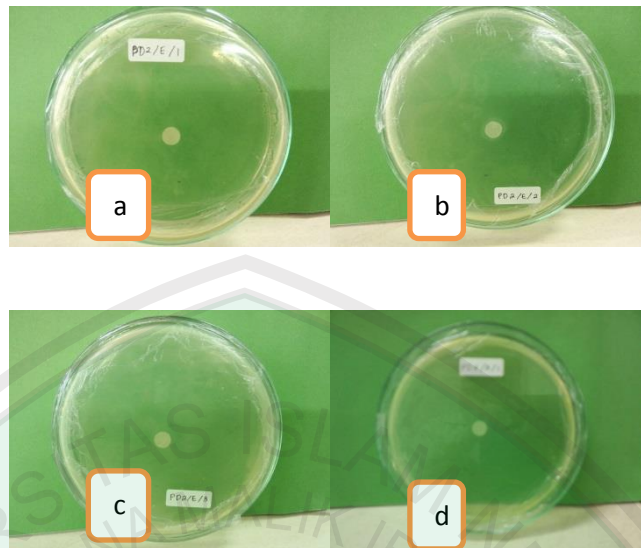
stabilitas yang baik terhadap panas, yakni pada temperature tinggi antara 60-121°C.



Gambar 4.8 Zona hambat hasil isolat terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

a. Isolat BT1, b. Isolat BT2, c. Isolat PD1 dan d. Isolat PD2

Antibiotik yang bisa digunakan dengan baik, adalah antibiotic yang memiliki sifat toksisitas selektif setinggi mungkin. Sifat toksisitas selektif artinya zat antiakteri tersebut harus toksik untuk bakteri tetapi tidak toksik untuk inang (host). Bila ada zat antibakteri yang sangat toksik untuk bakteri tetapi membahayakan untung inang bukan kriteria antibakteri yang baik, bahkan dianggap beracun. Karena dasar pengobatan terhadap suatu penyakit adalah usaha untuk menyembuhkan penyakit tersebut tanpa mengakibatkan adanya bahaya ataupun adanya efek samping yang merugikan pengguna suatu obat-obatan (Budyanto dan Joni, 2012). Adapun zona hambat yang dihasilkan oleh metabolit skunder bakteri endofit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.9 Zona Hambat hasil Isolat terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*

b. Isolat BT1, b. Isolat BT2, c. Isolat PD1 dan d. Isolat PD2

4.4 Isolasi Bakteri Endofit Dalam Prespektif Islam

Kekayaan alam yang telah Allah ciptakan yang seharusnya dapat dimanfaatkan bagi kemashlahatan manusia, sebagaimana irman Allah dalam surat Al-Hijr ayat 19-20:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ ﴿١٩﴾ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا

مَعِيشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ﴿٢٠﴾

“Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya”. (Q.S. Al-Hijr: 19-20)

Berdasarkan penelitian di atas, membuktikan bahwa Rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhizza*) baik yang diambil dari kota Batu maupun Purwodadi keduanya ditemukan adanya bakteri endofit, dimana semua senyawa kimia yang dihasilkan bakteri endofit terbukti mempunyai potensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis*.

Ayat diatas menjelaskan bahwa semua kekayaan alam yang ada di bumi diciptakan Allah untuk kemaslahatan hidup manusia. Karena sesungguhnya yang ada di alam baik yang hidup maupun yang mati, yang kecil maupun yang besar sudah pasti memiliki manfaat masing-masing dan telah dijelaskan bahwa di bumi ini Allah telah menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan yang tidak terukur unsur-unsur yang tidak mengandung faedah. Semua tumbuhan mempunyai hikmah dan maslahat walaupun itu tidak diketahui oleh banak manusia (As-Shiddieqy, 2000).

Salah satu tanaman yang memiliki manfaat untuk kemaslahatan manusia yaitu Temulawak (*Curcuma xanthorrhizza*), khususnya pada organ bagian rimpangnya. Dalam bidang kesehatan khususnya sebagai antibakteri. Allah SWT telah menciptakan senyawa bioaktif melalui mikroba endofit yang juga tumbuh bersama-sama dengan senyawa yang terkandung di dalam jaringan tumbuhan. Sehingga senyawa metabolit sekunder bias bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk ciptaan ALLAH lainnnya.

Kita sebagai manusia telah dianugerahi kekayaan alam dengan tnapa harus membeli, hendaklah jangan merusak bahkan sampai memusnahkan tanpa rasa

tanggung jawab, tetapi sebaiknya harus dijaga dan dipelihara agar tetap lestari.

Allah berfirman dalam surat Al-Qashash ayat 77:

وَأَبْتَعِ فِي مِمَّا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِن

كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

“Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan”. (Q.S. Al-Qashash ayat 77)

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan dan memerintahkan manusia untuk menjaga dan memanfaatkannya semua anugerah yang telah diberikan pada manusia untuk berbuat baik tanpa harus melupakan dan Allah juga memperingatkan untuk berbuat baik dan melarang melakukan kerusakan di muka bumi ini. Salah satu tindakan manusia yang menimbulkan kerusakan sumber daya hayati adalah penggunaan tanaman sebagai bahan baku obat secara besar-besaran. Pada dasarnya memang kekayaan alam ini untuk manusia untuk diolah dan digarap untuk diambil manfaatnya, tetapi penggunaan tanaman secara terus-terusan dan berlebihan dengan tidak diiringi pelestarian alam amaka akan berdampak negative atau kepunahan alam.

Dari hasil penelitian ini diharapkan sudah dapat memberikan informasi atau petunjuk sebagai alternatif baru dalam pemanfaatan sumber daya hayati tanpa harus mengurangi populasi yang ada melainkan dengan cara ditemukannya bakteri endofit dalam jaringan yang mempunyai fungsi yang sama dengan tumbuhan aslinya.

