

# Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri Katak Papua

(TEST OF ANTIBACTERY ACTIVITY OF PAPUAN FROGS)

Maria Massora, Elda Irma J. J. Kawulur\*, Hermawaty Abubakar

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Papua, Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari,  
Provinsi Papua Barat, Indonesia, 98134.  
Tel/Fax: (0986)211455; email: irmakawulur2014@gmail.com

## ABSTRAK

Kelenjar kulit dan submental katak papua memiliki senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji berdasarkan metode difusi. Beberapa katak tersebut adalah *Platymantis papuensis*, *Litoria infrafrenata*, *Bufo melanostictus*, *Rana grisea* dan *Rana* sp., dan bakteri yang diuji adalah bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*) dan bakteri gram negative (*Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*). Kulit katak yang diekstrak dengan air panas (100°C) memperlihatkan aktivitas antibakteri secara signifikan menghambat pertumbuhan bakteri yang diuji menggunakan metode difusi.

Kata-kata kunci: senyawa antibakteri; katak papua; kelenjar kulit; kelenjar submentale

## ABSTRACT

Skin gland and submental of Papuan frogs had antibacterial compounds' which were capable to impede growth of tested bacteria based on diffusion method. These frogs were *Platymantis papuensis*, *Litoria infrafrenata*, *Bufo melanostictus*, *Rana grisea* and *Rana* sp., and the tested bacterial were of positive gram bacteria (*Staphylococcus aureus*, and *Bacillus subtilis*) and of negative gram bacteria (*Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*). Skin frog which extracted with hot water (100°C) showed antibacterial activity significantly impeding the growth of tested bacteria using diffusion method.

Key words: antibacterial compounds; Papuan frogs; skin gland; sub mentale gland.

## PENDAHULUAN

Beberapa katak asal Papua mempunyai potensi untuk dikembangkan di masa mendatang, karena selain dikonsumsi oleh penduduk setempat, kulitnya juga dapat digunakan sebagai obat tradisional (Sutarno dan Rumbino, 2005). Masyarakat Mokwam di daerah Pegunungan Arfak Manokwari mengkonsumsi hampir seluruh katak, di antaranya jenis *Rana arfaki*, *R. grisea*, *Litoria arfakiana*, *L. angiana*, *L. micromembrana*, dan *Nyctimystes pulcher* sebagai salah satu sumber protein dan dijadikan sebagai obat tradisional. Sebagai obat tradisional katak dimanfaatkan sebagai obat kudis, dengan cara merebus katak kemudian air rebusan tersebut digosokkan pada bagian yang gatal.

Kondisi daerah yang jauh dari pantai, sarana puskesmas yang jauh dan sarana

transportasi yang sulit mengakibatkan sumber protein hewani dan nabati serta obat sulit diperoleh di daerah tersebut, sehingga katak menjadi salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan protein dan dijadikan sebagai obat tradisional. Jenis-jenis katak tersebut termasuk fauna endemik Papua, sehingga keberadaannya tidak ditemukan di daerah Indonesia bagian Barat dan daerah tropik Asia lainnya.

Sekresi kulit katak mengandung senyawa aktif seperti amino biogenic, alkaloid kompleks, dan peptide yang bermanfaat dalam dunia kedokteran. Beberapa peneliti di Australia, Eropa, dan India berhasil mengekstrak beberapa senyawa aktif yang diambil dari kelenjar di bawah jaringan kulit katak. Senyawa aktif itu berkhasiat sebagai antimikrob/antibiotik, hemolitik, aktivitas sitotoksik, permeabilisasi membran, dan antikanker, di antaranya: aurein

yang terkandung dalam katak *L. aurea* dan *L. raniformis*; makulatin dari katak *L. genimaculata*, caerin dari *L. splendida*, temporin dari *R. temporaria*, tigerinin dari *R. tigerina* (Simmaco *et al.*, 1998; Chia *et al.*, 2000; Rozek *et al.*, 2000; Wabritz *et al.*, 2000; Sai *et al.*, 2001; Rinaldi *et al.*, 2002).

Analisis kandungan senyawa antibakteri pada kulit katak *R. chalconota*, *Fejervarya cancrivora*, *Polypedates leucomystax* dan *Bufo melanostictus* menunjukkan bahwa terdapat bakteri yang hidup pada permukaan kulit keempat spesies katak tersebut, yaitu bakteri yang berasal dari famili *Enterobacteriaceae* dan *Bacillaceae*. Pengujian kehadiran senyawa antibakteri yang terkandung dalam sekreta kelenjar keempat species katak tersebut dilakukan secara uji mikrobiologi dengan menggunakan metode difusi agar. Bakteri uji yang digunakan adalah *S. aureus*, *E. coli*, dan *B. subtilis*. Hasil uji menunjukkan bahwa gerusan kulit *B. melanostictus* dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus*, sedangkan pengujian dengan menggunakan gerusan *R. chalconota*, *F. cancrivora* dan *P. leucomystax* memberikan hasil negatif. Sejauh ini penelitian demikian belum pernah dilakukan terhadap katak Papua yang keragaman jenisnya berlimpah.

Sejalan dengan perkembangan pembangunan dan kegiatan-kegiatan antropogenik yang terus melaju, seperti pembukaan areal hutan untuk permukiman, penebangan pohon secara liar, kegiatan perladangan secara tradisional, dan perburuan yang intensif, secara langsung atau tidak langsung telah menjadi ancaman bagi kelangsungan hidup katak papua terutama di daerah Manokwari dan daerah sekitar kepala burung Papua. Di alam, populasi hewan ini semakin sulit ditemukan. Hal ini disebabkan karena katak merupakan hewan yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan dan mudah mengalami stress bila terganggu.

Beberapa perusahaan hutan di Indonesia (Kalimantan) menggunakan katak sebagai hewan indikator dalam menganalisis suatu kondisi lingkungan. Hal ini disebabkan sebagian besar jenis katak hidup di hutan sebagai indikator daerah yang tidak terganggu dan sejumlah lainnya merupakan indikator daerah terganggu karena hidup dekat dengan aktivitas manusia. Beberapa jenis katak yang mencirikan habitat yang tinggi tingkat gangguannya antara lain: *R. nicobariensis*, *P. leucomytax* dan

*R. limnocharis*, sedangkan jenis katak yang mencirikan kondisi hutan yang baik (belum terganggu) misalnya genus *Meristogenys* dan genus *Microhyla* (SCKPFP 2001; 2002). Kawulur (2004) melaporkan bahwa di Manokwari, katak *Litoria infrafronata* hidup dekat dengan aktivitas manusia sehingga mengindikasikan daerah terganggu, sedangkan *L. arfakiana* hidup di daaerah hutan yang belum terganggu.

Aktivitas pembangunan yang terus melaju dewasa ini berdampak terhadap kerusakan habitat. Di lain pihak pemanfaatan secara berlebih sebagai sumber protein dan spesies introduksi menyebabkan populasi katak termasuk katak endemik Papua mengalami penurunan di alam (Mathews, 2000;).

Meskipun sebagian besar katak di Papua bersifat endemik sehingga tidak terdapat di daerah lain, namun penelitian tentang potensi senyawa bioaktifnya, terutama senyawa antimikrob secara ilmiah belum dilaporkan. Secara tradisional masyarakat pegunungan suku Arfak di Kampung Mokwam Manokwari telah memanfaatkan beberapa jenis katak dari genus *Litoria*, *Rana* dan *Nyctimystes* sebagai obat kudis atau gatal (penyakit kulit). Teknik pengolahan yang dilakukan masih sangat sederhana yaitu dengan merebus katak tersebut (Sutarno dan Rumbino, 2005), sehingga diduga teknik tersebut kurang efisien dalam mengekstrak kandungan senyawa bioaktifnya.

Dengan demikian, pengujian sifat antimikrob cairan sekresi dari kulit katak endemik di daerah Manokwari termasuk beberapa jenis katak yang dijadikan obat tradisional oleh masyarakat Kampung Mokwam terhadap beberapa bakteri uji Gram positif dan Gram Negatif perlu dilakukan sebagai bukti ilmiah khasiat senyawa tersebut serta kemungkinan pengembangan senyawa antimikrob atau antikanker dalam dunia farmasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji senyawa antibakteri pada beberapa katak endemik Papua di daerah Manokwari dengan menggunakan bakteri uji *S. aureus*, *B. subtilis* (Gram positif) dan *E. coli* dan *P. aeruginosa* (Gram negatif) dan pengujian dengan menggunakan metode difusi Kirby-Bauer.

## METODE PENELITIAN

Katak diperoleh dari dataran tinggi dan dataran rendah daerah Manokwari Provinsi Papua Barat pada bulan Maret 2008. Pengujian

senyawa antimikroba dilakukan di laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, FMIPA Unipa.

Berdasarkan hasil survei, jenis katak yang berhasil ditemukan sebanyak lima jenis yaitu *Platymantis papuensis*, *B. melanostictus*, *L. infrafrenata*, *R. grisea* dan *Rana* sp. Tiga jenis katak pertama di temukan di daerah dataran rendah, yaitu pada ketinggian sekitar 5-100 m dpl, sedangkan dua jenis katak terakhir yaitu *R. grisea* dan *Rana* sp ditemukan di daerah Mokwam yang mewakili daerah dataran tinggi, yaitu pada ketinggian sekitar 1500-1700 m dpl. Katak yang mewakili daerah dataran rendah, ditemukan di sekitar Taman Wisata Gunung Meja dan Lembah Hijau Wosi.

Hasil preparasi senyawa yang berasal dari cairan sekresi kelenjar sub mentale dan cairan sekresi kulit pada kelima sampel katak diuji kemampuan antibakterinya terhadap empat bakteri uji. Keempat bakteri uji tersebut adalah bakteri Gram positif (*S. aureus*, *B. subtilis*) dan Gram negatif (*E. coli* dan *P. aeruginosa*). Pada penelitian ini digunakan dua kelompok bakteri uji yang mewakili bakteri Gram positif dan Gram negatif, yang dibedakan berdasarkan penyusun dinding selnya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan senyawa dengan kemampuan antibakteri dengan spektrum yang luas. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode difusi pada kertas cakram yang telah ditetesi dengan preparasi cairan sub mentale dan kulit dari sampel katak.

#### **Preparasi Cairan Sekresi Kulit dan Submentale**

Contoh katak dari lapangan, diaklimatisasi selama seminggu dalam kandang. Selanjutnya cairan sekresi diambil dari kulit katak (10 g), dengan cara kulit digerus dengan menggunakan mortar dan diencerkan dengan aquadest dengan perbandingan 1:1.

Cairan sekresi dari kelenjar submental diisolasi dengan menggunakan swab steril yang dioleskan pada bagian submentale katak, kemudian dicelupkan ke dalam botol pengenceran yang berisi akuades steril. Setelah itu dari suspensi tadi dibuat pengenceran  $10^{-1}$ .

#### **Pengujian Daya Hambat Ekstrak Cairan Sekresi Kulit dan Kelenjar Sub Mentale**

Isolat bakteri uji yaitu bakteri Gram positif (*S. aureus*, *B. subtilis*) dan Gram negatif (*E. coli* dan *P. aeruginosa*) yang telah diremajakan pada medium NA, diambil sebanyak satu ose dan diinokulasikan pada medium NB. Setelah

diinokulasikan selanjutnya diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  sampai media menjadi keruh.

Pada cawan petri yang telah dituang dengan medium Muller Hinton diinokulasikan bakteri uji sebanyak 0,1 mL kemudian disebar dengan menggunakan *stick winograslick* secara aseptis. *Paper disk* diletakkan secara aseptis pada permukaan media, kemudian ditetesi dengan gerusan kulit katak yang telah diencerkan dengan aquadest sebanyak 20  $\mu\text{L}$  dan kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . Setelah masa inkubasi, daerah hambatan pertumbuhan bakteri uji diamati dan diukur diameter hambatannya. Hal yang sama dilakukan terhadap cairan sekresi yang diisolasi dari kelenjar submentale.

#### **Pengujian Pengaruh Pemanasan terhadap Aktivitas Antibakteri**

Untuk melihat daya tahan komponen antimikrob dalam ekstrak kelenjar sub mentale dan ekstrak kulit, maka dilakukan pemanasan hingga  $100^{\circ}\text{C}$ . Kulit katak direbus pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 0, 5, 10, 15, 20, 25 menit. Ekstrak tersebut kemudian digunakan dalam pengujian aktivitas antimikrob dengan metode difusi pada kertas cakram.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

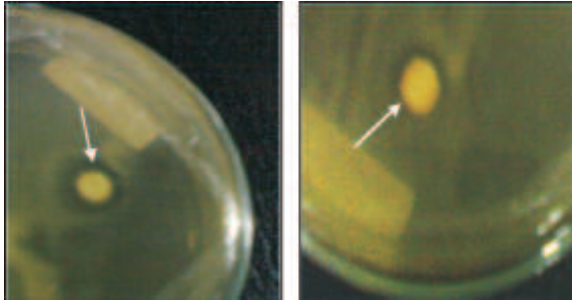
#### **Uji Senyawa Antibakteri**

Dari hasil pengujian ekstrak kelenjar submentalis dari kelima katak menunjukkan ukuran zona bening yang tertinggi yaitu sebesar 8 mm. Sekresi kelenjar submentale yang berasal dari *R. grisea* dan *Rana* sp. memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik, yaitu terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

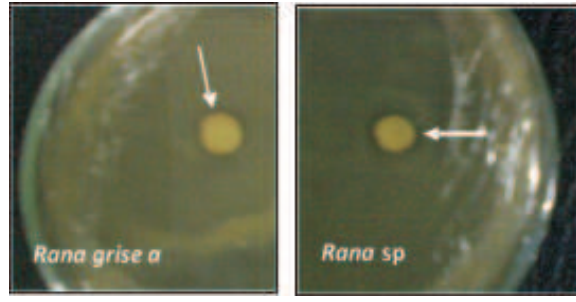
Pada Tabel 1. disajikan bahwa sekresi kelenjar submentale yang berasal dari *R. grisea* dan *Rana* sp. memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik. Aktivitas antibakteri yang paling tinggi, yaitu masing-masing 8 mm untuk *S. aureus* (Gambar 1).

Hasil pengujian yang terendah dari ekstraksi kelenjar submentale pada kedua sampel katak tersebut adalah terhadap bakteri *E. coli*. Uji antibakteri dari ekstraksi kelenjar submentale pada *Rana* sp menunjukkan hasil sebesar 6 mm, sedangkan pada *R. grisea* sebesar 5 mm (Gambar 2).

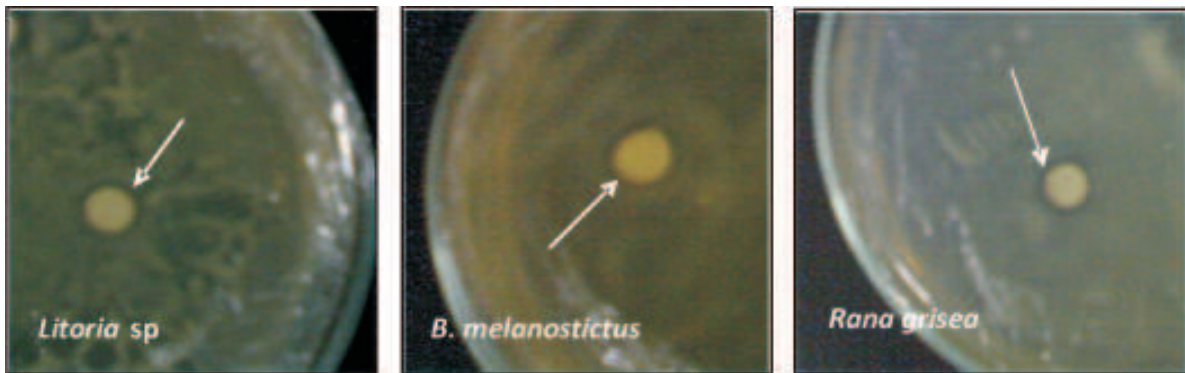
Untuk pengujian sifat antibakteri yang berasal dari ekstraksi kulit dari sampel katak



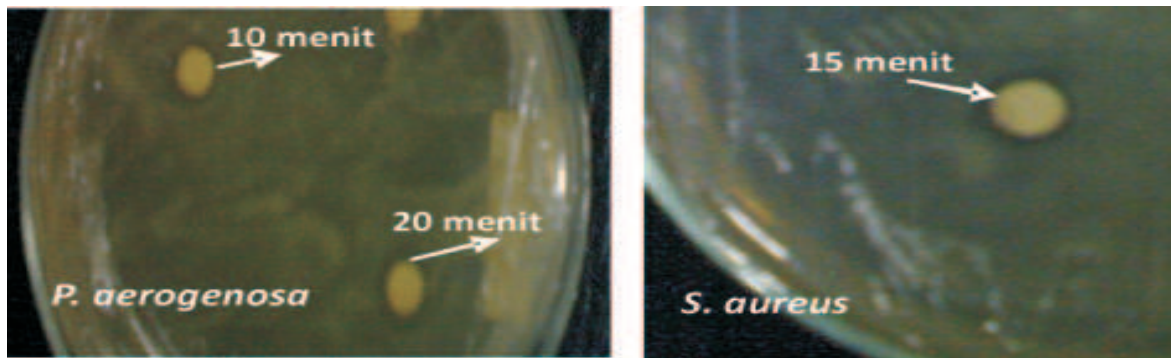
Gambar 1. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstraksi kelenjar submentalis yang berasal dari *Rana grisea* dan *Rana sp* terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*



Gambar 2. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstraksi kelenjar submentalis yang berasal dari *Rana grisea* dan *Rana sp* terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*



Gambar 3. Aktivitas antibakteri kulit *Rana grisea* terhadap pertumbuhan bakteri *S. Aureus*, submentalis *Litoria sp* terhadap pertumbuhan *E. coli* dan submentalis *B. melanostictus* terhadap pertumbuhan *P. aeruginosa*



Gambar 4. Hasil uji aktivitas antibakteri dari ekstrak kulit *Rana grisea* setelah pemanasan terhadap pertumbuhan *P. aeruginosa* dan *S. aureus*

juga dilakukan dengan metode difusi dengan menggunakan kertas cakram yang telah ditetesi dengan 20 iL ekstrak kulit katak. Hasil pengujian cairan dari ekstrak kulit untuk kelima sampel terhadap pertumbuhan masing-masing bakteri uji disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2. disajikan bahwa senyawa dari ekstrak kulit yang berasal dari *R. grisea*

memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik. Aktivitas antibakteri *R. grisea* adalah yang tertinggi, yaitu 8 mm terhadap pertumbuhan bakteri *S. Aureus* (Gambar 3)

Hasil pengujian yang terendah dari ekstraksi kelenjar submentale pada kedua sampel katak tersebut adalah terhadap bakteri *E. coli* dan *P. aeruginosa*. Uji antibakteri dari

Tabel 1. Daya hambat cairan sekresi dari kelenjar sub mental

Sampel	<i>S. aureus</i> (mm)	<i>B. subtilis</i> (mm)	<i>E.coli</i> (mm)	<i>P.aeruginosa</i> (mm)
<i>B.melanostictus</i>	7	6	5	6
<i>L. infrafrenata</i>	7	6	5	5
<i>P.papuensis</i>	6	6	5	5
<i>Rana sp</i>	8	7	6	7
<i>Rana grisea</i>	8	7	5	7

Tabel 2. Daya hambat dari ekstrak kulit katak

Sampel	<i>S. aureus</i> (mm)	<i>B. subtilis</i> (mm)	<i>E.coli</i> (mm)	<i>P.aeruginosa</i> (mm)
<i>B.melanostictus</i>	7	5	5	4
<i>L.infrafrenata</i>	5	5	4	6
<i>P.papuensis</i>	6	5	5	5
<i>Rana sp</i>	7	6	6	7
<i>Rana grisea</i>	8	7	6	6

ekstraksi kulit masing-masing menunjukkan hasil 4 mm, pada *Litoria* sp terhadap pertumbuhan *E. coli* dan *B. melanostictus* terhadap pertumbuhan *P. aeruginosa* (Gambar 3).

Pada Tabel 3. disajikan bahwa pengaruh pemanasan dapat meningkatkan aktivitas antibakteri dari ekstrak katak yang telah mengalami pemanasan hingga 100°C. Hasil uji aktivitas antimikrob yang paling tinggi ditemukan pada *R. grisea*. Pemanasan selama 10 menit dan 20 menit terhadap pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* menunjukkan adanya zona hambatan sebesar 10 mm. Demikian pula terhadap pemanasan selama 15 juga menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yaitu sebesar 10 mm untuk *S. aureus*. Hasil aktivitas ekstrak katak setelah pemanasan disajikan pada Gambar 5.

Ekstrak kulit yang berasal dari *R. grisea* memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik. Aktivitas antibakteri *R. grisea* adalah yang tertinggi, yaitu 8 mm terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pada kedua bagian kulit tersebut terdapat senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri. Senyawa-senyawa tersebut diduga merupakan golongan senyawa peptide. Smith *et al.* (2005), menyatakan bahwa ketiga senyawa peptide yang telah diisolasi dari hasil sekresi kulit katak *R. mucosa*, memperlihatkan aktivitas yang berbeda-beda dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Struktur primer dari dua

peptida yang ditemukan adalah ranatuerin-2Ma dan ranatuerin-2Mb, yang mengindikasikan adanya kesamaan dengan turunan senyawa ranatuerin-2 yang ditemukan pada kulit katak Amerika Utara yaitu *R. catesbeina*. Sekuen asam amino dari peptida ketiga menunjukkan adanya kesamaan dengan temporin-1M turunan dari golongan temporin yang diisolasi dari katak Eropa yaitu *R. temporin*.

Senyawa-senyawa peptide yang bersifat antimikrob dari genus *Rana* memiliki struktur kimia yang menarik karena memiliki ikatan rantai dengan akhir COOH-terminal. Peptida yang termasuk brevinins dan esculentins terdiri dari masing-masing 24 dan 46 asam amino (Simmaco *et al.*, 1998). Kemampuan senyawa peptide dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu dengan mengganggu permeabilitas dari membran sel mikrob (Sai *et al.*, 2001).

Pada beberapa daerah di sekitar pengunungan Arfak masyarakat menggunakan katak sebagai sumber obat-obatan tradisional. Sejauh ini penelitian tentang pemanfaatan beberapa katak sebagai obat tradisional oleh masyarakat di kampung Mokwam Manokwari adalah sebagai obat kudis (penyakit pada kulit). Teknik pengolahan yang dilakukan masih sangat sederhana yaitu dengan merebus katak tersebut selanjutnya hasil rebusan disiram pada bagian tubuh yang mengalami kudis (Sutarno, 2005).

Kelima sampel katak yang digunakan berasal dari ketinggian habitat yang berbeda.

Tabel 3. Pengaruh pemanasan terhadap daya hambat bakteri

Contoh Katak	Pemanasan (menit)	Diameter hambatan (mm)			
		<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>
<i>B.melanosticus</i>	0	4	5	4	4
	5	5	6	5	5
	10	6	6	6	7
	15	7	6	5	6
	20	7	6	6	7
	25	8	6	7	7
<i>L.infracrenata</i>	0	4	5	5	4
	5	5	6	6	5
	10	5	6	5	5
	15	6	5	6	6
	20	6	6	7	6
	25	7	7	6	7
<i>P.papuensis</i>	0	5	4	5	4
	5	6	5	5	5
	10	6	5	5	6
	15	7	6	6	7
	20	7	6	7	7
	25	6	6	7	7
<i>Rana sp.</i>	0	5	5	5	5
	5	6	6	7	7
	10	7	7	7	7
	15	7	7	6	8
	20	8	7	7	9
	25	8	6	7	8
<i>R. grisea</i>	0	7	6	6	7
	5	8	6	7	8
	10	7	7	7	10
	15	10	7	8	9
	20	11	8	8	10
	25	11	7	8	12

Sampel katak yang berasal dari dataran rendah, diambil dari Taman Wisata Alam Gunung Meja dan Lembah Hijau Wosi, dan sampel katak yang berasal dari dataran tinggi diambil dari kawasan Pengunungan Arfak (Mokwam). Dari lima katak tersebut yang memperlihatkan aktivitas yang paling baik adalah katak-katak yang berasal dari dataran tinggi yaitu *R. grisea* dan *Rana sp.* Beberapa penelitian menunjukkan bahwa katak yang berasal dari dataran tinggi dengan suhu yang dingin mampu menghasilkan senyawa antibakteri. Mathews (2000) mengemukakan bahwa, karena katak dewasa kebanyakan menghabiskan hidup di air dan larva katak membutuhkan air untuk tetap bertahan hidup, maka spesies ini seutuhnya

bergantung pada tubuhnya selama di air untuk tetap hidup. Adanya katak introduksi dari habitat lain akan membawa pengaruh negatif terhadap keberadaan katak asli dari habitat tersebut.

Katak *B. melanostictus* telah teruji memiliki senyawa aktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Akan tetapi bila dibandingkan dengan katak papua *R. grisea* dan *Rana sp.*, terlihat bahwa kedua katak tersebut memiliki daya hambat pertumbuhan bakteri yang lebih besar dibandingkan dengan *B. melanostictus*. Ini berarti katak papua secara khusus *R. grisea* dan *Rana sp.*, berpotensi besar sebagai obat dalam dunia farmasi.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri terhadap ekstrak kelenjar submentale dari kelima katak, semua menunjukkan zona hambat. Sekresi kelenjar submentale *R. grisea* dan *Rana* sp. memiliki aktivitas antibakteri yang paling baik terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Pemanasan dapat meningkatkan aktivitas antibakteri ekstrak katak yang telah mengalami pemanasan hingga 100°C. Hasil uji aktivitas antimikrob yang paling tinggi hasil ekstraksi dari *R. grisea*. Pemanasan selama 10 menit dan 20 menit terhadap pertumbuhan bakteri *P. aerogenosa* menunjukkan adanya zona hambatan sebesar 10 mm. Demikian pula terhadap pemanasan selama 15 menit juga menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yaitu sebesar 10 mm untuk *S. aureus*. Katak papua *R. grisea* dan *Rana* sp, memiliki daya hambat pertumbuhan bakteri yang lebih besar dibandingkan dengan *B. melanostictus*. dan katak tersebut berpotensi besar sebagai obat dalam dunia farmasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chia BSC, Carver JA, Mulhern TD, Bowie JH. 2000. Maculatin 1, 1, an antimicrobial peptides from the Australia tree frog, *Litoria genimaculata*. *Eur J Biochem* 267: 1894-1908
- Kawulur EI, 2004. Kekekabatan Katak Pohon Papua Famili Hylidae ditinjau dari Morfologi dan Variasi Genetik di Kabupaten Manokwari. (Tesis). Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Mathews F. 2000. Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. *Conserv Biol* 14: 428-39.
- Rinaldi AC, Mangoni ML, Rufo A, Luzi C, Barra D, Zhao H, Kinnunen PKJ, Bozzi A, Giulio AD, Simmaco M. 2002. Temporin L: antimicrobial, haemolytic and cytotoxic activities, and effects on membrane permeabilization in lipid vesicles. *Biochem J* 15(368): 91-100.
- Rozek T, Wegner KL, Bowie JH, Oliver LN, Carver JA, Wallace JC, Tyler MJ. 2000. The antibiotic and anticancer active aurein peptides from the Australia bell frogs *Litoria aurea* and *Litoria raniformis*. *Eur J Biochem* 267: 5330-5341
- [SCKPFP] South and Central Kalimantan Production Forest Project. 2001. Katak dan kondisi hutan : hasil survey di hutan produksi PT. Aya Yayang Indonesia. Laporan No. 20. Banjar Baru: SCKPFP.
- [SCKPFP] South and Central Kalimantan Production Forest Project. 2002. Amfibi dan reptil di Hulu Tabalong. Laporan No. 100. Banjar Baru: SCKPFP.
- Simmaco M, Mignogna G, Barra D. 1998. Antimicrobial peptides from amphibian skin: what do they tell us? *Biopolym Pept Sci* 47: 435-450
- Smith LAR, Woodhamsa DC, Reinerta LK, Vredenburg VT, Briggs CJ, Nielsend PF, Conlon JM. 2006. Antimicrobial peptide defenses of the mountain yellow-legged frog (*Rana muscosa*). *Developmental and Comparative Immunology* 30: 831-842
- Sutarno S, Rumbino A. 2005. Pemanfaatan hewan sebagai obat tradisional dalam kehidupan Suku Hatam di Kampung Mokwam Manokwari. Manokwari. FMIPA Unipa Papua. Laporan Akhir Penelitian Dosen Muda.
- Wabritz PA, Bowie JH, Tyler MJ, Wallace JC, Smith BP. 2000. Differences in the skin peptides of the male and female Australian tree frog *Litoria splendida*. The discovery of the aquatic male sex pheromone splendipherin, together with Phe 8 caerulein and a new antibiotic peptides caerin 1.10. *Eur J Biochem* 267: 269-275
- Sai KP, Jagannadham MV, Vairamani M, Raju NP, Devi AS, Nagaraji R, Sitarami N. 2001. Tigerinins: Novel Antimicrobial Peptides from the Indian Frog *Rana tigerina*. *The Journal of Biological Chemistry* 276(4): 2701-2707.