

PENGARUH TEKANAN OSMOTIK PH, DAN SUHU TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *ESCHERICHIA COLI*.

Debi Arivo¹, Nurul Annissatussholeha¹

ABSTRAK

Latar belakang : Infeksi Saluran Kemih (ISK) merupakan keberadaan mikroorganisme dalam urin apabila jumlah bakteri signifikan pada *mistream urine* yaitu $>10^5$ CFU/mL. ISK banyak disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* sebesar 19% dan sangat penting untuk mengetahui pertumbuhan bakteri *E. coli* berdasarkan tekanan osmotik, pH, dan suhu pertumbuhan.

Tujuan : untuk mengetahui pertumbuhan optimal bakteri *E. coli* berdasarkan pengaruh tekanan osmotik, pH, dan suhu dalam pertumbuhannya. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Eksperimental Laboratorik* dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel yang digunakan berupa bakteri *E. coli*.

Metode Penelitian : Untuk melihat pengaruh tekanan osmotik, bakteri *E. coli* ditumbuhkan pada media *Nutrien Broth* (NB) yang diberi variasi konsentrasi NaCl masing-masing sebesar 0%, 0.5%, 0.8%, dan 1.5%. Untuk uji pengaruh pH, bakteri *E. coli* masing-masing ditumbuhkan pada media NB pada pH sebesar 3, 5, 7, dan 9. Untuk melihat suhu pertumbuhan optimal, masing-masing bakteri *E.coli* ditumbuhkan pada media NB dan diinkubasi pada suhu 10 °C, 27 °C, 37 °C, dan 50 °C. Untuk mengukur tingkat pertumbuhan *E. coli* pada masing-masing perlakuan, dilakukan dengan menghitung tingkat kekeruhan pada media pertumbuhan menggunakan spektrofotometer dengan $\lambda 640$ nm.

Hasil penelitian : Terdapat perbedaan nilai tekanan osmotik, pH, dan suhu terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* berdasarkan nilai absorbansi pada masing-masing setiap perlakuan. Berdasarkan pengaruh tekanan osmotik, bakteri *E. coli* memiliki pertumbuhan optimal pada tekanan osmotik sebesar 0.5% dengan nilai absorbansi sebesar 0.486 nm. Pada perlakuan perbedaan pH, *E. coli* paling optimal ditumbuhkan pada pH 7 dengan nilai absorbansi sebesar 0.42 nm. Sedangkan pada perlakuan perbedaan suhu, pertumbuhan *E. coli* paling optimal ditumbuhkan pada suhu 37 °C dengan nilai absorbansi sebesar 0.227 nm. Nilai absorbansi mengindikasikan tingkat kekeruhan media terhadap pertumbuhan *E. coli*. Semakin tinggi nilai absorbansi berarti semakin keruh media pertumbuhan yang berarti semakin banyak pertumbuhan bakteri dalam media tersebut.

Kata kunci : *Escherichia coli*, infeksi saluran kemih, tekanan osmotik, pH, temperatur, spektrofotometer.

1. Fakultas Kedokteran Universitas Malahayati

PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Kemih (ISK) adalah istilah umum yang menunjukkan keberadaan mikroorganisme dalam urin apabila jumlah signifikan pada *midstream urine* sebesar $>10^5$ CFU/mL^[1]. Sebanyak 35% sampai 40% dari penyakit infeksi nosokomial adalah penyakit ISK^[2]. ISK dapat menyerang pasien dari segala usia mulai dari bayi baru lahir hingga orangtua. Pada umumnya, wanita wanita lebih sering mengalami episode ISK daripada pria. Hal ini karena uretra wanita lebih pendek daripada pria^[3].

Kejadian ISK pada bayi laki-laki yang belum menjalani sirkumsisi sebesar 2.7% sedangkan pada bayi perempuan sebesar 0.7%. pada masa sekolah, ISK pada anak perempuan sebesar 3% sedangkan pada laki-laki sebesar 1.1%. ISK pada anak remaja perempuan meningkat 3.3%-5.7%, sedangkan pada perempuan dewasa usia 18-40 tahun adalah 5-6% meningkat menjadi 20%^[3]. ISK baik yang asimtomatik ataupun yang ringan jika tidak ditangani secara dini dan tepat dapat menimbulkan dampak yang berat seperti sepsis bahkan kematian. Hal ini terutama

sering terjadi pada negara-negara berkembang, termasuk Indonesia^[4].

E. coli merupakan bakteri patogen yang sering diisolasi dari pasien ISK pada berbagai umur, diikuti oleh *Klebsiella*, dan *Proteus*^[5]. *E. coli* merupakan kuman oportunistik yang banyak ditemukan di usus besar manusia sebagai flora normal, namun jika berada di luar kolon akan bersifat patogen. Tempat yang sering terkena infeksi adalah saluran kemih, sistem bilier, dan saluran cerna. *E. coli* juga menghasilkan beberapa toksin yang menjadikan kuman patogen sering menginfeksi manusia^[6]. *E. coli* bersifat mikroaerofilik^[7]. Pertumbuhan bakteri banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor fisik meliputi pH, suhu, oksigen, kelembaban dan sinar^[2].

Mengingat bahwa penyakit ISK banyak disebabkan oleh bakteri *E. coli*, maka dalam penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik dari bakteri *E. coli* berdasarkan pengaruh tekanan osmotik, pH, dan suhu dalam pertumbuhannya.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Experimental Laboratorik* dengan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Malahayati. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-April Tahun 2017.

Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *E. coli* yang diisolasi dari pasien ISK.

Variabel Penelitian

Variabel bebas (*independent variable*) pada penelitian ini adalah faktor-faktor fisik lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *E. coli* meliputi : tekanan Osmotik, pH, dan

suhu. Sedangkan variabel terikat (*dependent variable*) pada penelitian ini adalah bakteri *E. coli* yang akan diukur pertumbuhannya menggunakan Spektrofotometer dengan melihat nilai absorbansi pada $\lambda 640$ nm. Nilai absorbansi mengindikasikan tingkat pertumbuhan bakteri dalam media cair pertumbuhan.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah: cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer, kapas, kain kassa, rak tabung reaksi, mikro pipet, lampu bunsen, inkubator, *autoclave*, kulkas, termometer, oven, dan pH meter.

Bahan Penelitian

pasien ISK, media selektif *Endo Agar*, media *Nutrient Broth* (NB), media *Nutrien Agar* (NA), larutan NaOH 0.2 N, larutan HCL 0.5 M, dan aquades.

Prosedur Penelitian

Verifikasi Bakteri *E. coli*

Dari peneliti sebelumnya, bakteri hasil isolasi yang diperoleh dari pasien

ISK diverifikasi terlebih dahulu untuk meyakinkan bahwa bakteri uji adalah bakteri *E. coli*. Verifikasi dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat bakteri *E. coli* pada media selektif *Endo Agar* dengan cara mengambil sebanyak 1 ose biakan bakteri *E. coli* dan di *streak* kan pada media *Endo Agar Plate* dengan *quadrant Technique* secara aseptik. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Koloni yang tumbuh berwarna hijau metalik adalah koloni bakteri *E. coli*, selanjutnya koloni tunggal yang terbentuk dipindahkan ke dalam media NA miring secara aseptik dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C untuk digunakan sebagai bakteri stok^[8].

Persiapan Pembuatan Media Inokulum

Sebanyak 50 mL media *Nutrien Broth* dimasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 250 mL dan disterilisasi dengan autoklaf pada tekanan 2 *Atmosphere* (atm) selama 1.5 jam. Kemudian setelah media steril dan dingin, dimasukkan bakteri *E. coli* sebanyak 3 ose secara aseptik, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C untuk digunakan sebagai bakteri inokulum yang akan diujikan^[8].

Uji Pengaruh Tekanan Osmotik Terhadap Pertumbuhan Bakteri *E. coli*

Sebanyak 2.2 gram media NB ke dalam erlenmeyer ditambahkan aquades sebanyak 120 mL kemudian dihomogenkan. Media NB kemudian dibagi menjadi 4 kelompok dalam *beaker glass* masing-masing sebanyak 30 mL. Masing-masing kelompok ditambahkan NaCl dengan konsentrasi yang berbeda. Pada kelompok 1, 2, 3, dan 4 masing-masing sebesar 0% (tanpa penambahan NaCl), 0.5% (0.15 gr NaCl), 0.8% (0.24 gr NaCl), dan 1.5% (0.45 gr NaCl). Kemudian media NB pada masing-masing kelompok dibagi lagi menjadi 3 bagian ke dalam tabung reaksi sebanyak 9 mL (2 untuk

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data sebagai berikut.

ulangan, 1 untuk kontrol). Kemudian pada perlakuan diinokulasikan bakteri *E. coli* masing-masing sebanyak 1 mL. Untuk kontrol tidak diinokulasikan bakteri. Pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada $\lambda=640$ nm dilakukan pada saat setelah inokulasi dan setelah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C.^[9]

Uji Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Bakteri *E. coli*

Menimbang media NB sebanyak 2.2 gram kemudian ditambahkan 120 mL aquades dan dihomogenkan. Media NB selanjutnya dibagi menjadi 4 kelompok dalam *beaker glass* masing-masing sebanyak 30 mL. Masing-masing kelompok dibuat pH yang berbeda dengan cara menambahkan HCL untuk menurunkan pH atau NaOH untuk menaikkan pH dan diukur menggunakan pH meter. Kelompok 1, 2, 3, dan 4 diukur pHnya masing-masing menjadi pH 3, pH5, pH 7, dan pH 9. Masing-masing kelompok terdiri dari 2 kali pengulangan dan 1 kontrol. Selanjutnya masing-masing perlakuan diinokulasikan bakteri *E. coli* sebanyak 1 mL, untuk kontrol tidak dilakukan penambahan bakteri. Pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada $\lambda=640$ nm dilakukan pada saat setelah inokulasi dan setelah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C.^[9]

Uji Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan Bakteri *E. coli*

Sebanyak 2.2 gram media NB dalam erlenmeyer ditambahkan 120 mL aquades selanjutnya dibagi menjadi 4 kelompok dalam . *coli* sebanyak 1 mL. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada $\lambda=640$ nm. Masing-masing kelompok selanjutnya diinkubasi pada suhu yang berbeda yaitu pada kelompok 1,2, 3, dan 4 masing-masing pada suhu 10 °C, 27 °C, 37 °C, dan 50 °C selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pengukuran absorbansi kembali menggunakan spektrofotometer dengan $\lambda=640$ nm.^[9]

Pengaruh Tekanan Osmotik Terhadap Pertumbuhan Bakteri *E. coli*.

Pengaruh tekanan osmotik terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* hasilnya

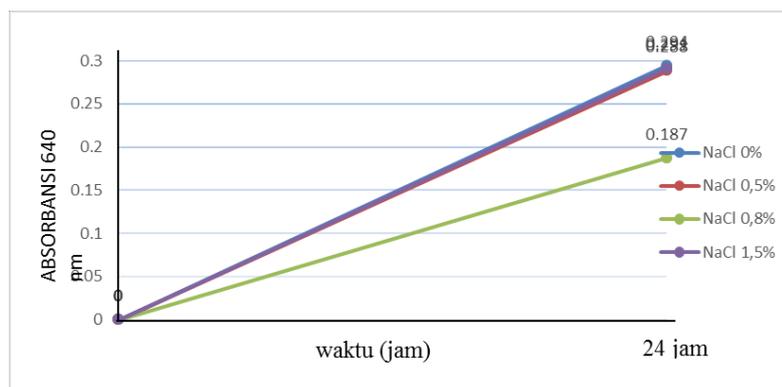
dapat dilihat pada tabel 1. dan gambar 1.

Tabel 1.
Pengaruh tekanan osmotik terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*

Tekanan Osmotik	$\lambda 640$ nm (0 jam)	$\lambda 640$ nm (24 jam)	Jumlah Kenaikan Absorbansi
NaCl 0%	0.182	0.476	0.294
NaCl 0.5%	0.198	0.486	0.288
NaCl 0.8%	0.283	0.470	0.187
NaCl 1.5%	0.184	0.475	0.291

Berdasarkan tabel 1. diatas diperoleh hasil bahwa pertumbuhan terbaik bakteri *E. coli* pada media NB yaitu pada tekanan osmotik pada konsentrasi NaCl sebesar 0.5%. Hal ini

dapat dilihat dari peningkatan nilai absorbansi yang paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya, yaitu sebesar 0.303 nm.



Gambar 1.
Grafik pengaruh tekanan osmotik terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*

Berdasarkan gambar 1. di atas, didapatkan hasil bahwa absorbansi tertinggi terdapat pada bakteri *Escherichia coli* yang ditumbuhkan pada media dengan diberi tekanan osmotik 0% sebesar 0.294 nm, diikuti konsentrasi 1,5% sebesar 0.291 nm,

konsentrasi 0,5% sebesar 0.288 nm, dan terakhir konsentrasi 0,8% sebesar 0.187 nm. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan bakteri baik pada tekanan osmotik 1,5%. Semakin tinggi absorbansi menandakan semakin banyak bakteri yang tumbuh.

Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan *E. coli*

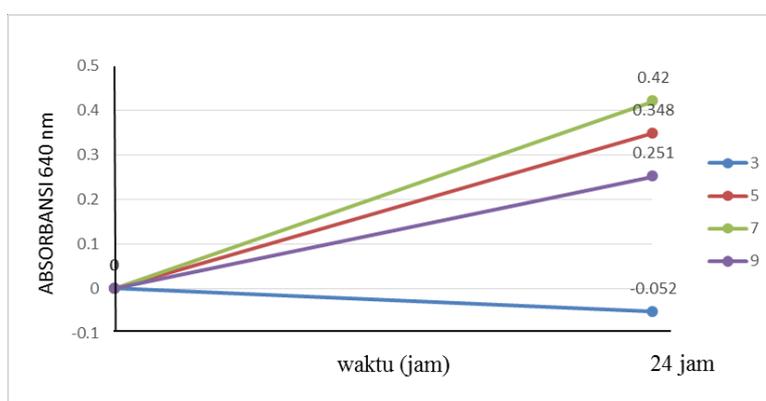
Berdasarkan hasil uji tentang pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* diperoleh data berdasarkan tabel 2 dan gambar 2 berikut.

Tabel 2.
Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*

pH	$\lambda 640$ nm (0 jam)	$\lambda 640$ nm (24 jam)	Jumlah Kenaikan Absorbansi
3	0.157	0.105	-0.052
5	0.150	0.498	0.348
7	0.185	0.605	0.420
9	0.158	0.409	0.251

Berdasarkan tabel 2. diatas diperoleh hasil bahwa pertumbuhan

terbaik bakteri *E. coli* pada media NB yaitu dengan pH 7 sebesar 0.42 nm.



Gambar 2.
Grafik pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri *E.coli*

Berdasarkan gambar 2. diatas didapatkan hasil bahwa absorbansi tertinggi berturut-turut terdapat pada bakteri *Escherichia coli* yang .052 nm.

ditumbuhkan pada media dengan pH 7, ph 5, pH 9, dan pH 3 sebesar 0.42 nm, 0.348nm, 0.251nm, dan - 0

Pengaruh Temperatur Terhadap Pertumbuhan Bakteri *E. coli*

terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* diperoleh data berdasarkan tabel 3 dan gambar 3 berikut.

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan yaitu pengaruh temperatur

Tabel 3.
Pengaruh temperatur terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*

Temperatur (°C)	$\lambda 640$ nm (0 jam)	$\lambda 640$ nm (24 jam)	Jumlah Kenaikan Absorbansi
10	0.250	0.234	-0.016
27	0.250	0.351	0.101
37	0.250	0.477	0.227
50	0.250	0.160	-0.090

Berdasarkan dari keterangan tabel dan grafik yang diperoleh, didapatkan hasil bahwa absorbansi tertinggi terdapat pada bakteri *E.coli* yang ditumbuhkan pada media NB pada temperatur 37°C sebesar 0.227nm, diikuti temperatur 27°C sebesar 0.101nm, temperatur 10°C sebesar 0.016 nmdan terakhir temperatur 50°C sebesar -0.090nm. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan bakteri baik pada temperatur 37°C. Semakin tinggi absorbansi menandakan semakin banyak bakteri yang tumbuh.

Pembahasan **Tekanan Osmotik**

Tekanan osmotik adalah peristiwa perpindahan pelarut dari larutan yang konsentrasinya lebih kecil ke larutan yang konsentrasinya lebih besar melalui membran semipermeabel. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data bahwa tekanan osmotik dengan konsentrasi NaCl 0%, NaCl 0,5%, NaCl 0,8%, dan NaCl 1,5% yang diuji dengan menggunakan isolat bakteri *E.coli* terdapat perbedaan hasil absorbansi dari tiap-tiap konsentrasi. Konsentrasi tekanan osmotik NaCl 0% memiliki hasil absorbansi yang tinggi yaitu 0.294 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan bakteri *E.coli* pada konsentrasi tersebut. Namun, dari hasil konsentrasi tekanan osmotik yang lain, hasilnya cukup mendekati. Yang artinya, adanya pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada mediator tersebut.

Bila bakteri ditempatkan didalam larutan berisikan natrium klorida jauh dibawah 1%, maka aliran air akan terbalik, yaitu air akan mengalir dari larutan masuk ke dalam sel. Proses demikian dinamakan plasmolisis. Terbentuk tekanan osmotik di dalam sel akibat akumulasi air dalam jumlah yang besar di situ. Bakteri memiliki dinding sel yang kaku yang dapat menahankan perubahan tekanan osmotik, sehingga biasanya tidak menunjukkan perubahan bentuk ataupun ukuran yang mencolok bila terjadi

plasmoptisis^[10]. Efek tekanan osmotik berhubungan dengan jumlah ion dan molekul terlarut di dalam larutan. Konsentrasi garam atau gula yang tinggi menyebabkan air keluar dari sel bakteri sehingga menghambat pertumbuhan atau menyebabkan plasmolisis^[11].

Penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu, bakteri *E.coli*, pada kondisi 8,5% NaCl pertumbuhannya dapat terhambat, pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dapat berlangsung hingga kondisi NaCl 2,5%^[12]. Tekanan osmotik pada sel sama dengan kadar NaCl berkisar 0,85%^[11]. Pada konsentrasi tekanan osmotik yang sesuai, kegiatan fisiologis bakteri berguna dalam mempertahankan kelangsungan hidup dan melakukan proses biokimia yang berkelanjutan. Dimana proses ini dikatalisis oleh enzim-enzim^[10].

pH

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data bahwa pH dengan konsentrasi 3,5,7, dan 9 yang diuji dengan menggunakan isolat bakteri *E.coli* terdapat perbedaan hasil absorbansi dari tiap-tiap konsentrasi. Konsentrasi pH 7 memiliki hasil absorbansi yang tinggi yaitu 0.420 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan bakteri *E.coli* pada konsentrasi pH tersebut. Dari hasil konsentrasi pH yang lain, didapatkan hasil yang cukup rendah yang menandakan pertumbuhan bakteri *E. coli* yang sedikit.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu, menyatakan bahwa bakteri *E.coli* dapat tumbuh pada pH 6,5–9,0 Namun, pertumbuhannya optimumnya yaitu 7,2–8,5^[13]. Menurut penelitian Sulistiyoningrum *et al.*, (2013), bahwa bakteri *Escherichia coli* dapat tumbuh optimum pada pH 6–7, dan dapat hidup pada kisaran pH 4,4–9^[12].

Bakteri membutuhkan pH yang optimal untuk pertumbuhannya. Dengan perubahan pH lingkungan akan berpengaruh terhadap efektivitas enzim dalam membentuk kompleks enzim substrat. Disamping

berpengaruh terhadap struktur ion pada enzim, pH rendah atau pH tinggi dapat pula menyebabkan terjadinya proses denaturasi dan ini akan mengakibatkan menurunnya aktivitas enzim. Dengan menurunnya proses aktivitas enzim, menurun pula jumlah pertumbuhan bakteri [10].

Temperatur

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data bahwa temperatur dengan temperatur 10°C, 27°C, 37°C, dan 50°C yang diuji dengan menggunakan isolat bakteri *E.coli* terdapat perbedaan hasil absorbansi dari tiap-tiap konsentrasi. Temperatur 37°C memiliki hasil absorbansi yang tinggi yaitu 0.227 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan bakteri *E.coli* pada konsentrasi tersebut. Pada temperatur yang lain juga terdapat pertumbuhan bakteri *E.coli* namun tidak terlalu banyak. Pada temperatur 10°C memiliki hasil absorbansi yang rendah yaitu -0.016 nm yang berarti sedikitnya pertumbuhan bakteri *E. coli*.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu, bakteri *E. coli* dapat tumbuh optimum pada suhu 37°C [12]. Menurut Elias *et al.*, (2014), temperatur merupakan faktor fisik yang berpengaruh pada laju pertumbuhan melalui pengaruhnya diantaranya terhadap reaksi kimia dan stabilitas struktur molekul protein [14]. Pada suhu 37°C bakteri dapat beradaptasi untuk hidup dan tumbuh [15]. Reaksi kimia akan meningkat dengan meningkatnya temperatur, karena peningkatan temperatur menyebabkan peningkatan energi kinetik reaktan. Pertumbuhan pada hakekatnya adalah hasil metabolisme, suatu reaksi kimia terarah yang berlangsung di dalam sel yang dikatalisi oleh enzim. Maka peningkatan temperatur akan menyebabkan peningkatan pertumbuhan hingga suatu saat peningkatan temperatur tidak diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan.

Suhu sangat mempengaruhi kecepatan pertumbuhan mikroba, kecepatan sintesis enzim dan

kecepatan inaktivasi enzim. Setiap mikroba termasuk bakteri mempunyai temperatur optimum, maksimum, dan minimum untuk pertumbuhannya. Jika temperatur lingkungan lebih kecil dari suhu minimum dan lebih besar dari suhu maksimum pertumbuhannya maka aktivitas enzim akan terhenti bahkan pada temperatur yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim [16].

Kesimpulan

Dari hasil penelitian hubungan tekanan osmotik, pH, dan temperatur terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan nilai absorbansi dari masing – masing konsentrasi tekanan osmotik yaitu NaCl 0%, NaCl 0.5%, NaCl 0.8%, dan NaCl 1.5% masing-masing sebesar 0.294, 0.288, 0.187, dan 0.291. Semakin tinggi nilai absorbansi, semakin banyak pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi tersebut. Konsentrasi 0% memiliki nilai absorbansi yang paling tinggi yaitu 0.294 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi tekanan osmotik tersebut.
2. Terdapat perbedaan nilai absorbansi dari masing–masing konsentrasi pH yaitu 3, 5, 7, dan 9 masing-masing sebesar -0.052, 0.348, 0.420, dan 0.251. Semakin tinggi nilai absorbansi, semakin banyak pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi tersebut. Konsentrasi dengan pH 7 memiliki nilai absorbansi yang paling tinggi yaitu 0.420 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi pH tersebut.
3. Terdapat perbedaan nilai absorbansi dari masing – masing temperatur yaitu 10°C, 27°C, 37°C, dan 50°C masing-masing sebesar -0.016, 0.101, 0.227, dan -0.090. Semakin tinggi nilai absorbansi, semakin banyak pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi tersebut. Temperatur 37°C memiliki nilai absorbansi yang paling tinggi yaitu 0.227 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan

bakteri *Escherichiacoli* pada temperatur tersebut.

Saran

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan di bidang kesehatan dan dapat memberikan informasi kepada khalayak luas tentang pengaruh tekanan osmotik, pH, dan temperatur terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai pengetahuan bagaimanakah pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* berdasarkan pengaruh lingkungan fisiknya.
3. Bagi instansi pendidikan, dapat dijadikan bahan bacaan dan referensi perpustakaan di Universitas Malahayati Bandar Lampung.
4. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya, untuk menguji pengaruh lingkungan fisik yang lain seperti oksigen, kelembapan, sinar matahari, dan logam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Grabe, M., Bartoletti, R., Johansen, T.B., Cai, T., Naber, K.G. *Guidelines on Urological Infection. European Association of Urology*: 2015: Hal. 1-86.
2. Black, J. G., dan Black, L. J. *Microbiology*. (Edisi ke-8). Virginia, Wiley: 2011: Hal. 140-144.
3. Purnomo, B. *Dasar-dasar Urologi Edisi II*, Malang: Sagung Satyo: 2012. Hal. 120-122.
4. Endriani, R., Andriani, F., Alfina D. Pola Resistensi Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Kemih (ISK) Terhadap Antibakteri di Pekanbaru. *Jurnal Natur Indoneisa*: 2009: 1(1)1-5.
5. Hanna, Wakim, R.H. *Epidemiology and Characteritics of Urinary Tract Infectious in Children and Adolescent. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*: 2015: hal. 1-12.
6. Hamidi, M. Y., Safitri, I., Inayah, Syafril, D., Firmansyah. Efek Antimikroba Ekstrak Metanol Daun Sapu Jagad (*Isotoma*

longifolia) Terhadap *E. coli*. *Jurnal Sain dan Teknologi*: 2006: 12(2): 91`-92.

7. Karsinah, Lucky, H. M., Suharto, Mardiasuti. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Universitas Indonesia: 2010. 195-198.
8. Indriyani, D.K. Perbandingan Metode Pengujian *E. coli* secara Konvensional dan Cepat pada Sampel Air. 2010.[Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
9. Ping, L., Wu, Y., Hosu, B.G., Tang, J.X., Berg, H.C., *Osmotic Pressure in a Bacterial Swarm. Biophysical Journal* :2014:107(4):871-878.
10. Pelczar, M.J., Chan, E.C.S. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*, Alih bahasa: Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, dan angka SL. Jakarta : UI Press: 2007.
11. Radji, M. *Buku Ajar Mikrobiologi: Panduan Mahasiswa Farmasi & Kedokteran*. Jakarta: EGC: 2010: hal. 21-28, 125-130.
12. Sulistiyoningrum, R.S., Suprijanto, J., Sabdono, A. *Aktivitas Anti Bakteri Kitosan Dari Cangkang Kerang Simping Pada Kondisi Lingkungan Yang Berbeda Kajian Pemanfaatan Limbah Kerang Simping (*Amusium sp.*)*. *Journal Of Marine Researc*: 2013:2(4) :111-117.
13. Salle, A. (2000). *Fundamental Principles of Bacteriology*. 8th: Harper & Brother: 2000.
14. Elias, M., Wieczorek & Rosenne. *The Universality Of Enzymatic Rate. Trends in Biochemical Science* : 2014: 39(1): 1-7.
15. Irianto, K. *Mikrobiologi Medis*. Bandung: Alfabeta: 2013: Hal. 113-114.
16. Knob, A., & Carmona, E. *Xylanase Production by Penicillium Sclerotiorum and Its Characterization. World Applied Sciences Journal*: 2008: 4(2): 277-283.