

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*”, maka dapat disimpulkan:

1. Terdapat 4 isolat fungi endofit yang dapat diisolasi dari tanaman jahe merah.
2. Medium GY (*Glycerol and Yeast extract*) merupakan medium yang paling baik dalam menumbuhkan isolat fungi endofit yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*.

B. Saran

1. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui senyawa yang terdapat dalam isolat fungi endofit yang berhasil diisolasi dari jahe merah, khususnya isolat yang memiliki aktivitas antibakteri terbaik, misalnya dengan metode kromatografi.
2. Diperlukan penelitian mengenai optimalisasi isolat fungi dan medium pertumbuhan sehingga dapat dihasilkan senyawa antibakteri yang lebih baik lagi.
3. Perlu dilakukan uji antibakteri dengan spesies bakteri yang lain untuk melihat potensi antibakteri dari fungi endofit jahe merah sehingga diharapkan fungi endofit ini dapat dimanfaatkan untuk pengobatan.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan nilai KHM terbaik antara konsentrasi 12,5 – 25%

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *BY2012 Microbiology Gallery of Filamentous Fungi*. http://www.tcd.ie/Biology_Teaching_Centre. 4 Juni 2013.
- Anggraini, F. D. 2012. Isolasi dan Uji Antimikroba Metabolit Sekunder Ekstrak Kultur Jamur Endofit Afkr-5 Dari Tumbuhan Akar Kuning (*Arcangelisia flava* (L) Merr). *Naskah Skripsi-S1*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmi Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arisman, M. B. 2009. *Keracunan Makanan: Buku Ajar Ilmu Gizi*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. Halaman 93.
- Azizah, N. U. 2008. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Penghasil Antibakteri terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
- Bailey, J., E. dan Ollis, D.F. 1987. *Biochemical Engineering Fundamentals*. McGraw-Hill. Kogakusha Ltd. Tokyo
- Brunner, F. dan Petrini, O. 1992. Taxonomy of Some *Xylaria* spp. and *Xylariceou* Endophytes by Isozyme Electrophoresis. *Mycology*. 96: 723-733.
- Cheeptham, N. 1999. Studies of Antifungal Antibiotics from *Ellisiodhotis inquinans* L15881A8. *PhD Thesis*. Department of Agricultural Chemistry, Graduate School of Agriculture Hokkaido University. Sapporo, Japan.
- Dwidjoseputro, D. 1990. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1987. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Ekunsanmi, J. T. 2005. A Classroom Demonstration of Garlic Extract and Conventional Antibiotics Antimicrobial Activity. *Bioscience*. 31:4-7.
- Ernawati. 2010. *Pemanfaatan Sari Rimpang Jahe (Zingiber officinale) sebagai Antibakterial Alami pada Susu Pasteurisasi Berdasarkan Penurunan Jumlah Bakteri Escherichia coli*. Artikel Ilmiah. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.
- Fatimah, C. 2004. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Eilld.) Secara *in vitro* dan Efek Penyembuhan Sediaan Salap Terhadap Luka Buatan Kulit Marmut yang Diinfeksi. *Tesis Program Magister Ilmu Farmasi*. Program Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.

- Feliatra. 2002. *Sebaran Bakteri (Escherichia coli) Di Perairan Muara Sungai Bantan Tengah Bengkalis Riau*. Laporan Penelitian. Laboratorium Mikrobiologi Laut, Faperika. Universitas Riau.
- Franklin, T. J. dan Snow, G. A. 1989. *Biochemistry of antimicrobial action*. Chapman & Hall. London.
- Gandjar, I., Samson, R. A., Tweel-Vermeulen, K. V. D., Oetari, A., dan Santoso, I. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gandjar, I., Sjamsulrizdal, W. dan Oetari, A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Garrity, G. M., Brenner, D. J., Krieg, N. R., Staley, J. T. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Second Edition Volume 2: The Proteobacteria*. Springer, USA. 607-609.
- Gholib. 2008. *Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Jahe Merah (Zingiber officinale var. rubrum) dan Jahe Putih (Zingiber officinale var. amarum) Terhadap Trichophyton mentagrophytes dan Cryptococcus neoformans*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor.
- Gillespie, S. H. 2009. *Mikrobiologi Medis dan Infeksi*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Giyarto. 2002. *Efek antiinflamasi serbuk rimpang jahe merah (Zingiber officinale Rosc.) pada tikus putih*. Laporan Penelitian. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Harley, J. P., dan Presscot, L. M. 2002. *Laboratory Exercise in Microbiology*. McGraw-Hill Publisher. USA
- Harmita dan Radji, M. 2008. *Analisis Hayati*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Hidayati, N. 2010. *Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Umbi Bawang Putih (allium sativum) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap Bakteri Streptococcus mutans dan Escherichia coli*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang (UIN) Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Jutono, J., Soedarsono, S., Hartadi, S., Kabirun, S., Suhadi, D., dan Soesanto. 1980. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum*. Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Juwita, J. 2013. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah Muda, Daun dan Kulit Batang Sawo Manila (Manilkara zapota (L.) Van Royen) terhadap Vibrio cholera*

dan *Clostridium perfringens*. Skripsi S-1. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.

- Kanti, A. dan Muhammad, I. 2005. *Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Relung Rhizosphere Tanaman Di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Timor, NTT*. Bidang Zoologi. Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Karima, N. 2007. *Profil Kromatogram dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Rimpang Lempuyang Emprit (Zingiber Americans B1.) terhadap Bakteri Escherichia coli In Vitro*. Artikel Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kauffman, C. A. dan Carver, P. L., 1997. Antifungal agents in the 1990s. Current status and future developments (Review). *Drugs*.53:539-549.
- Kaur dan Maheshwari. 2013. *Hyperkeratotic Warty Skin Lesion of Foot Caused by Fusarium oxysporum*. <http://www.e-ijd.org/>. 4 Juni 2013.
- Koswara, S. 1995. *Jahe dan Hasil Olahannya*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Kurtz, M. B. 1997. New antifungal drugs targets: A vision for the future. *ASM News*. 64:31-39.
- Kusmiyati dan Agustini, N. W. S. 2007. Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri dari Mikroalga *Porphyridium cruentum*. *Biodiversitas*.1: 48-53.
- Lantera, T. 2002. *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah: Si Rimpang Ajaib*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Lukito, A. M. 2007. *Petunjuk Praktis Bertanam Jahe*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Ma'ruf . 2011. *Bioaktifitas Ekstrak Jahe*. biologi-fkip.unri.ac.id. 31 mei 2013.
- Madigan, M. T., Matinko, J. M., dan Parker, J. 2000. *Brock Biology of Mikroorganisms*. Ninth Edition. Prentice-Hall Inc. New Jersey.
- Margino, S. 2008. Produksi metabolit sekunder (antibiotik) oleh isolat jamur endofit Indonesia. *Majalah Farmasi Indonesia*. 19(2): 86 – 94.
- McDonald, W. 2001. *Aspergillus Species*. http://labmed.ucsf.edu/education/residency/fung_morph. 3 Juni 2013.
- McGinnis. 2000. *Mucor spp*. www.doctorfungus.org. 3 Juni 2013.
- Melliawati, R. dan Ferra, O. 2006. Seleksi Mikroorganisme Potensial untuk Fermentasi Pati Sagu. *Biodiversitas*. 2: 101-104.

- Neu, C. H. 1992. The crisis in antibiotic resistance. *Science*.257:1064-1073.
- Noverita, Fitria, D. dan Sinaga, E. 2009. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 4: 171-176.
- Nurhasanah. 2008. Isolasi Mikroba Endofitik Penghasil Senyawa Antimikroba pada Tanaman Ceremai (*Phyllanthus acidus*) dan Meniran (*Phyllanthus niruri*). *Warta Akab*.19: 20-31.
- Parija, S. C. 2009. *Textbook of Microbiology and Immunology*. Rajkamal Electric Press. India.
- Patil, U.K. dan Muskan, K. 2009. *Essentials Of Biotechnology*. I. K International Pvt Ltd. New Delhi, India.
- Pelczar, M.J. dan E. C. S Chan. 1988. *Mikrobiologi*. UI Jakarta. Jakarta.
- Pelczar, M.J. dan Reid. 1979. *Microbiology*. MC Graw Hill Book. New York.
- Petrini, O., Siebern, T.N., Toti, L. dan Viret, O. 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins*. 1(3):185-96.
- Pujaningsih, R. I. 2005. *Peningkatan Kualitas Pakan Melalui Teknologi Fermentasi*. Modul Pembelajaran. Laboratorium Teknologi Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 2 (3): 113-126.
- Rismunandar. 1988. *Rempah-Rempah Komoditi Ekspor Indonesia*. Penerbit Sinar Baru. Bandung.
- Rukmana, H. R. 2001. *Aneka Olahan Jahe*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ruwaimana, M. 2013. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol *Sinularia*, *Sarcophyton* dan *Lobophytum* dari Perairan Tulamben, Bali. Skripsi. Program Studi Biologi. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Setya, R. A., dan Putra, S. R. 2010. Identifikasi Biohidrogen Secara Fermentatif dengan Kultur Campuran Menggunakan Glukosa sebagai Substrat. *Skripsi*.

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Sepuluh Nopember.

- Strobel G.A. dan Daisy, B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Rev.* 67 (4): 63-68.
- Suciatmih. 2009. Pengaruh Media Fermentasi dan Konsentrasi Antimikroorganisme oleh *Fusarium nivale* (Fr) Ces. Terhadap Pertumbuhan *Absidia corymbifera* (Cohn) Sacc. & Trotter. *Berk. Penelitian Hayati Edisi Khusus: 3C* (73-78).
- Susilawati, D. N., Saraswati, R. dan E. Yuniarta. 2003. *Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Tangarife, V. 2011. *Fusarium* spp. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co>. 4 Juni 2013.
- Tarabily, K., Nassar, A. H. dan Sivasithamparan, K. 2003. *Promotion Of Plant Growth By An Auxin- Producing Isolate Of The Yeast Williopsis Saturnus Endophytic In Maize Roots*. The Sixth U. A. E University Research Conference.
- Tscherter, H. dan Dreyfuss., 1992. New Metabolites, Processes for Their Production and Uses. International Application Published Under The Patent Cooperation Treaty (PCT). *International Publication*.38 : 28-45.
- Utami, U. 2005. *Laporan Penelitian Isolasi Bakteri Endofit Penghasil Antimikroba Dari Tanaman Rizhopora mucronata (Makna Tersirat Q.S. Ali-Imran; 190-191)*. Universitas Islam Negeri (UIN) Malang. Malang.
- Volk, A. W. dan Wheeler, M. F. 1988. *Mikrobiologi Dasar*. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Waluyo, Lud. 2010. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. UMM Press. Malang.
- Wardana, H. D. 2002. *Budi Daya secara Organik Tanaman Obat Rimpang*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Whitman, W. B., Vos, P.D., Garrity, G. M., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., dan Schleifer, K. H. 2009. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology III Second Edition*. Springer. USA.
- Wijayakusuma, H. M. H. 2006. *Tanaman Obat untuk Penyakit Anak*. Pustaka Populer Obor. Jakarta.

Winarti, C. dan Miskiyah. 2010. Status Kontaminan pada Sayuran dan Upaya Pengendaliannya di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 3 (3) : 227 -237.

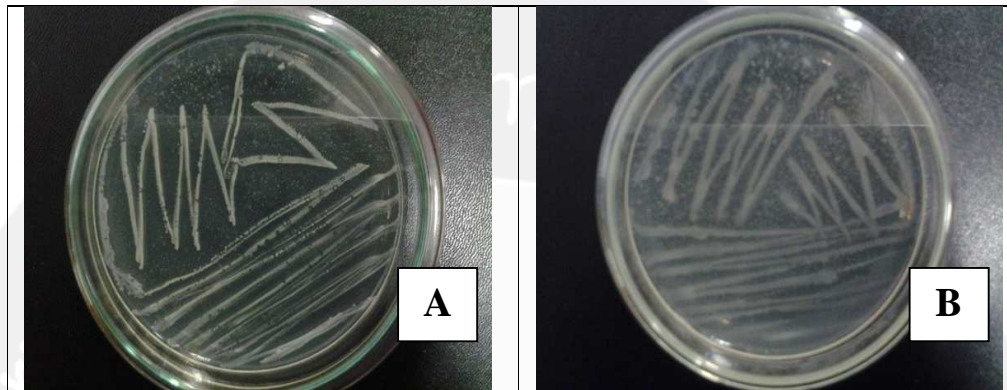
Wirawan, K. G., S. Suharti. dan Bintang, M. 2005. Kajian Antibakteri Temulawak, Jahe dan Bawang Putih terhadap *Salmonella typhimurium* serta Pengaruh Bawang Putih terhadap Performans dan Respon Imun Ayam Pedaging. *Media Peternakan*.2 (28): 52-62.

Yunita, R. 2011. *Patogenesis Infeksi Streptococcus Pyogenes*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/28399>. 30 Mei 2013.

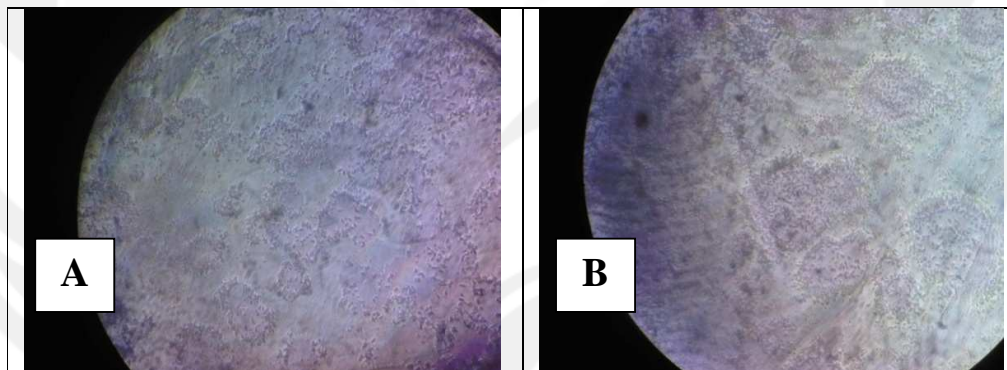


LAMPIRAN

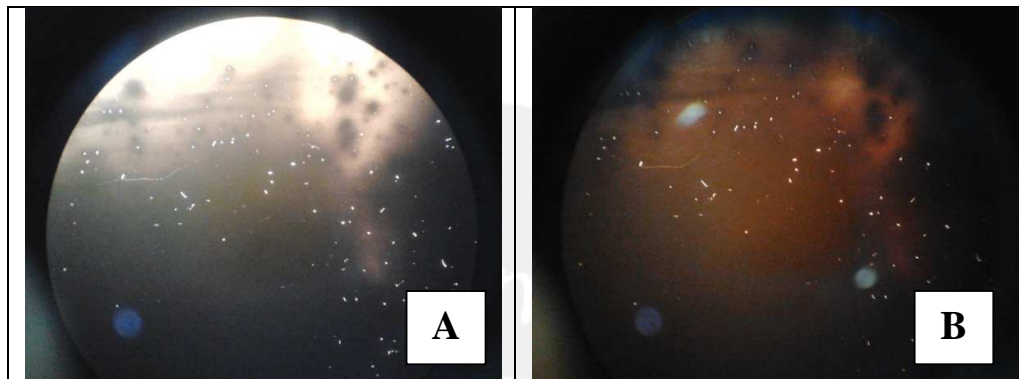
Lampiran 1. Hasil Uji kemurnian



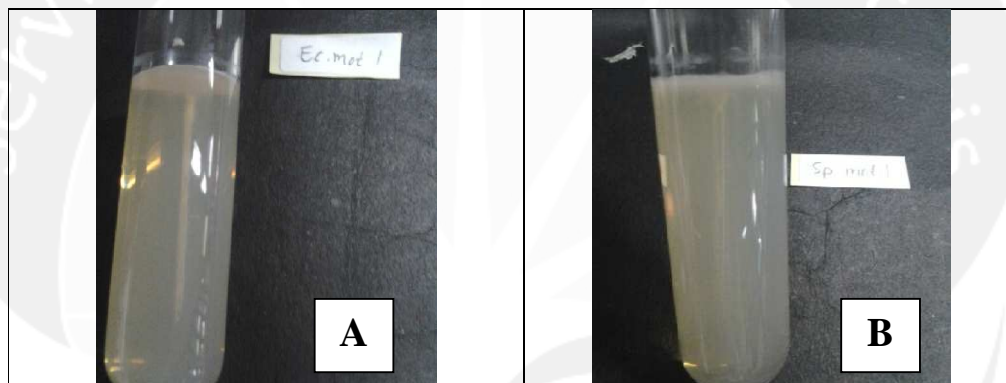
Gambar 14. Hasil Uji Morfologi Koloni A). *E. coli* Bentuk Circular, tepian Flat, cembung, berwarna putih abu-abu, berkilau (*glossy*). B). *S. pyogenes* Putih susu, berkilat (*glossy*), bentuk circular



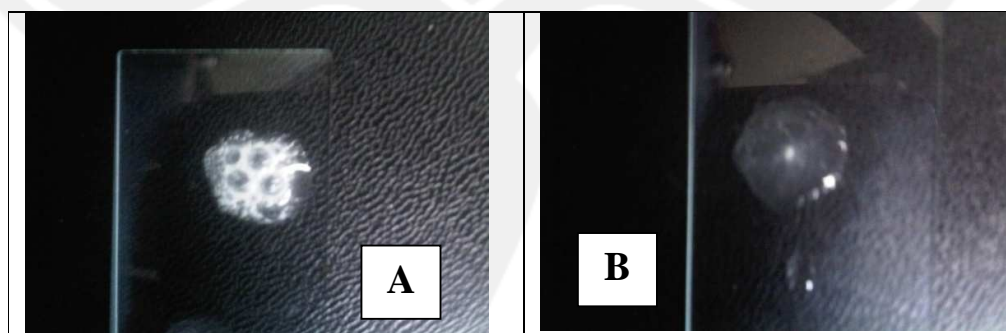
Gambar 15. Hasil Pengecatan Gram A). *E. coli* sel bakteri berwarna merah menunjukkan bakteri Gram negatif. B). *S. pyogenes* berwarna biru menunjukkan bakteri Gram positif



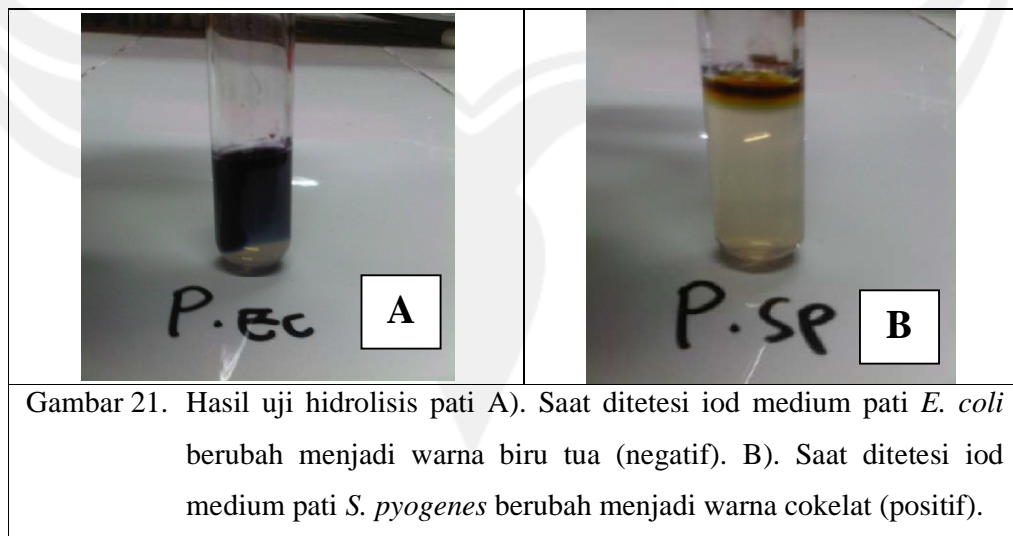
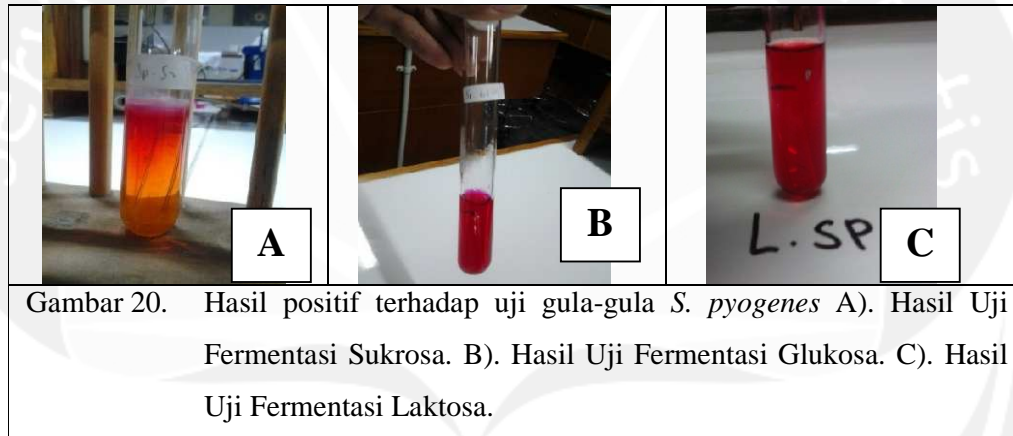
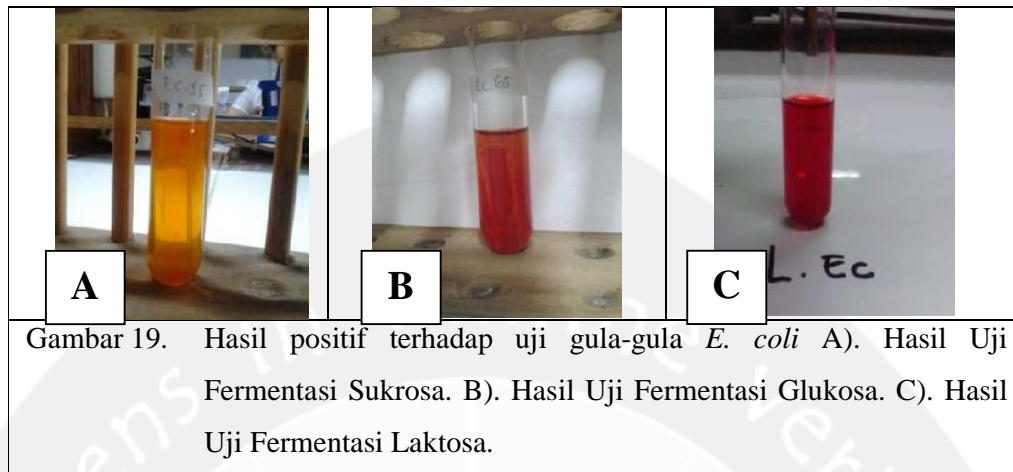
Gambar 16. Hasil pengecatan negatif A). sel *S. pyogenes* berbentuk bulat (*coccus*) berantai B). sel *E. coli* berbentuk batang



Gambar 17. Hasil Uji Motilitas A). *E. coli* tumbuh menyebar tidak hanya disekitar tusukan (motil). B) *S. pyogenes* tumbuh hanya disekitar tusukan (nonmotil)



Gambar 18. Hasil Uji katalase A). *E. coli* terbentuk gelembung (katalase positif). B). *S. pyogenes* tidak terbentuk gelembung (katalase negatif)



Lampiran 2. Hasil Pengukuran Luas Zona Hambat

Tabel 7. Hasil Pengukuran Luas Zona Hambat

Hasil Isolat	Medium Pertumbuhan	Ulangan	Bakteri Uji	
			<i>E. coli</i> (cm ²)	<i>S. pyogenes</i> (cm ²)
1	Antibiotik-3	1	0.157	0
		2	0.029	0
		3	0.102	0
	GY (<i>Glyserol and Yeast extract</i>)	1	0.848	3.35
		2	0.632	0
		3	0	2.55
2	Antibiotik-3	1	0.049	0
		2	0.049	0
		3	0.102	0
	GY (<i>Glyserol and Yeast extract</i>)	1	0	1.6
		2	0	0
		3	0	0
3	Antibiotik-3	1	2.7	0.157
		2	0.67	0.76
		3	1.256	0.353
	GY (<i>Glyserol and Yeast extract</i>)	1	4.62	4.24
		2	4.24	2.86
		3	7.26	5.02
4	Antibiotik-3	1	0.049	0
		2	0.029	0
		3	0.029	0
	GY (<i>Glyserol and Yeast extract</i>)	1	1.37	0.76
		2	0.76	1.99
		3	1.256	0.944
Kontrol negatif (Kertas cakram tanpa isolat)	1	0	0	
	2	0	0	
	3	0	0	
Kontrol positif (ampisilin)	1	1.484	2.26	
	2	1.256	2.12	
	3	0.583	2.55	

Lampiran 3. Hasil ANAVA Menggunakan SPSS v.17

Tabel 8. Hasil ANAVA luas zona hambat Isolat dengan variasi medium dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Tengah	F	Sig.
Model terkoreksi	111.111 ^a	15	7.407	12.159	.000
Intercept	53.744	1	53.744	88.221	.000
Isolat	52.836	3	17.612	28.910	.000
Medium fermentasi	29.782	1	29.782	48.887	.000
Bakteri uji	.055	1	.055	.090	.766
Isolat * Medium_fermentasi	20.229	3	6.743	11.069	.000
Isolat * Bakteri uji	6.044	3	2.015	3.307	.032
Medium_fermentasi *	.821	1	.821	1.348	.254
Bakteri uji					
Isolat * Medium_fermentasi *	1.345	3	.448	.736	.538
Bakteri uji					
Error	19.494	32	.609		
Total	184.350	48			
KoreksiTotal	130.606	47			

Tabel 9. Hasil ANAVA luas zona hambat Isolat berbanding kontrol positif (ampisilin) dan kontrol negatif dalam menghambat pertumbuhan *E.coli*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	48.302 ^a	2	24.151	24.763	.001
Intercept	41.990	1	41.990	43.054	.001
Antibakteri	48.302	2	24.151	24.763	.001
Error	5.852	6	.975		
Total	96.144	9			
Corrected Total	54.154	8			

Lampiran 4. Hasil DMRT (Duncan Multiple Range Test)

Tabel 10. Hasil DMRT Isolat dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji

Isolat	N	Subset	
		1	2
2.00	12	.15000	
4.00	12	.59892	
1.00	12	.63900	
3.00	12		2.84467
Sig.		.157	1.000

Tabel 11. Hasil DMRT Isolat berbanding kontrol positif (ampisilin) dan kontrol negatif dalam menghambat pertumbuhan *E.coli*

Antibakteri	N	Subset	
		1	2
Kontrolnegatif	3	.0000	
ampisilin	3	1.1067	
3GYEc	3		5.3733
Sig.		.219	1.000

Lampiran 5. Hasil Optimasi Panjang Gelombang *E.coli*

Tabel 12. Hasil Puncak yang Ditemukan (Panjang Gelombang Optimal *E.coli*)

λ (nm)	Abs
758.40	0.527
668.80	0.627
643.40	0.644
450.20	0.988

Lampiran 6. Perhitungan Koloni Bakteri pada Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

Tabel 13. Jumlah Koloni *E.coli* dari Berbagai Konsentrasi 3GY

	Konsentrasi (%)	Jumlah koloni
3GY	6,25	373
	12,5	224
	25	0
	50	0
	100	0

Lampiran 7. Perhitungan Sel Fungi dalam Medium Pertumbuhan dengan Menggunakan Metode Petroff-Hausser (Waluyo, 2010)

Tabel 14. Perhitungan Sel Fungi dalam Medium Pertumbuhan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel per ml sampel} &= \text{jumlah sel per kotak besar} \times 1,25 \times 10^6 \\ &= 95 \times 1,25 \times 10^6 \\ &= 1,19 \times 10^8 \text{ sel/ml} \end{aligned}$$