

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER BAKTERI SELULOLITIK
PENCERNAAN RAYAP (*Cryptotermes* sp.) MENGGUNAKAN
GEN 16S rRNA**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi



Oleh
Cipta Adi Nugraha
1504609

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER BAKTERI SELULOLITIK
PENCERNAAN RAYAP (*Cryptotermes* sp.) MENGGUNAKAN
GEN 16S rRNA**

Oleh

Cipta Adi Nugraha

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana sains pada Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Cipta Adi Nugraha 2019

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Cipta Adi Nugraha

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER BAKTERI SELULOLITIK
PENCERNAAN RAYAP (*Cryptotermes* sp.) MENGGUNAKAN
GEN 16S rRNA

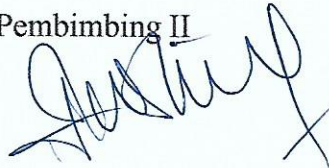
DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH
Pembimbing I



Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si.

NIP. 197008112001122001

Pembimbing II

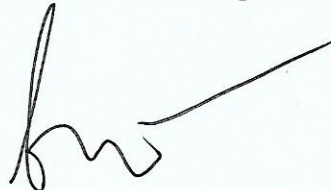


Dr. Hj. Peristiwa M.Kes.

NIP. 196403201991032001

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI



Dr. Bambang Supriatno, M.Si.

NIP. 196305211988031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Isolasi dan Identifikasi Molekuler Bakteri Selulolitik Pencernaan Rayap (*Cryptotermes sp.*) Menggunakan Gen 16S rRNA**” beserta seluruh isinya adalah benar karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan

Cipta Adi Nugraha

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER BAKTERI SELULOLITIK PENCERNAAN RAYAP (*Cryptotermes* sp.) MENGGUNAKAN GEN 16S rRNA”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi Strata Satu (S1) Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya serta para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran, dan motivasi selama kegiatan penelitian hingga penyusunan skripsi dilakukan.
2. Ibu Dr. Peristiwa, M.Kes selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran, dan motivasi selama kegiatan penelitian hingga penyusunan skripsi dilakukan.
3. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si selaku Ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
4. Bapak Dr. Didik Priyandoko, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI.
5. Ibu Hj. Tina Safaria M.Si selaku Dosen Wali yang telah membimbing selama perkuliahan.
6. Bapak Dr. Topik Hidayat, M.Si selaku Kepala Laboratorium Biologi FPMIPA UPI.
7. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas semua ilmu, bimbingan, dan pengalaman yang telah diberikan selama perkuliahan.
8. Bapak Rahadian Deden Juansah, S.Pd selaku Laboran Laboratorium Riset Bioteknologi yang telah membimbing dan memfasilitasi selama perkuliahan.

9. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu, bimbingan dan pengalaman yang telah diberikan selama perkuliahan.
10. Seluruh Staf Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas semua ilmu, bimbingan, dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
11. Seluruh keluarga Biologi C 2015 yang menemani penulis selama 4 tahun yang tidak akan terlupakan dan memberikan berbagai pengalaman, berbagi cerita, memberikan dukungan selama masa perkuliahan.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun materil yang tidak pernah berhenti selama penulis melaksanakan pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia hingga memperoleh gelar Sarjana Sains. Selain pihak tersebut penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada rekan seperjuangan penelitian Tina Yulianti, Anggi Istiqomah, Putri Allinya, Widya Nur Septiyani, dan Eldi Muhamad yang telah berjuang bersama-sama selama penelitian. Kemudian penulis ucapkan terimakasih kepada sahabat seperjuangan Tomie Permana, Rifdah Hanifah, Raka Sabar, Nafidz Akmal, Sabrina Nurdina, Fanny Eka, Suci Awaliyah, Enung Nurhidayah, Shandy Wibowo, Mega Maurizka, Deanissa Fajriyati atas dukungan motivasi yang tiada henti diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan studi. Teman-teman dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya karya yang sederhana ini.

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna karena berbagai keterbatasan yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Demikian penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua.

Bandung, Agustus 2019

Penulis,

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER BAKTERI SELULOLITIK
PENCERNAAN RAYAP (*Cryptotermes* sp.) MENGGUNAKAN
GEN 16S rRNA**

ABSTRAK

Enzim selulase pada saat ini dibutuhkan dalam berbagai bidang industri seperti tekstil, kertas, dan sakarifikasi selulosa. Enzim selulase merupakan enzim yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang bersimbiosis pada pencernaan rayap (*Cryptotermes* sp.). Identifikasi bakteri selulolitik dilakukan untuk mengetahui spesies bakteri yang mampu menghasilkan enzim selulase. Tujuan penelitian ini untuk mengisolasi bakteri selulolitik dari pencernaan rayap (*Cryptotermes* sp.) dan mengidentifikasinya secara molekuler. Metode seleksi bakteri selulolitik dilakukan pada medium CMC 1%. Isolat dengan nilai indeks selulolitik kategori sedang dan tinggi diidentifikasi melalui tahapan isolasi DNA, amplifikasi gen 16S rRNA, sekuensing, dan analisis hasil sekuensing dengan tes homologi pada laman NCBI dan EzBiocloud, juga dilakukan analisis pohon filogenetik menggunakan *software* PAUP. Hasil seleksi pada medium CMC 1% didapatkan semua isolat (15 isolat) merupakan bakteri selulolitik dengan pembentukan zona bening dan lima isolat dengan nilai indeks selulolitik tertinggi yaitu isolat R7-3 (3.72), R4-3 (2.67), R5-3 (2,05), R3-1 (2), dan R1-3 (1,5). Hasil analisis sekuensing gen 16S rRNA menunjukkan bahwa isolat R7-3 merupakan *Pseudomonas stutzeri*, R4-3 dan R1-3 merupakan *Achromobacter xylosoxidans*, R3-1 dan R5-3 merupakan *Achromobacter* sp. Kesimpulan yang didapatkan yaitu spesies *Pseudomonas stutzeri*, *Achromobacter xylosoxidans*, dan *Achromobacter* sp. merupakan bakteri selulolitik yang berhasil diisolasi dari pencernaan rayap *Cryptotermes* sp. Manfaat penelitian ini yaitu mendapatkan spesies bakteri selulolitik yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam proses produksi enzim selulase.

Kata Kunci : *Cryptotermes* sp., Bakteri selulolitik, Enzim selulase, Gen 16S rRNA, CMC 1%.

**ISOLATION AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF
CELLULOLYTIC BACTERIA FROM TERMITES GUT (*Cryptotermes* sp.)
USING 16S rRNA**

ABSTRACT

*Cellulase enzymes are currently needed in various industries such as textiles, paper, and cellulose saccharification. Cellulase enzymes are produced by cellulolytic bacteria. Cellulolytic bacteria are symbiotic bacteria in termite (*Cryptotermes* sp.) gut. The identification of cellulolytic bacteria was performed to determine the species of bacteria that can produce cellulase enzymes. This study was aimed to isolate cellulolytic bacteria of termite digestion (*Cryptotermes* sp.) and identify them molecularly. Cellulolytic bacterial selection method was performed on 1% CMC medium. Isolates with medium and high cellulolytic index values were identified through the stages of DNA isolation, 16S rRNA gene amplification, sequencing, and analysis of sequencing results with homology tests on NCBI and EzBiocloud pages, also phylogenetic tree analysis using PAUP software. Selection results on 1% CMC medium obtained all isolates (15 isolates) were cellulolytic bacteria with the formation of clear zones and five isolates with the highest cellulolytic index values are R7-3 (3.72), R4-3 (2.67), R5-3 (2,05), R3-1 (2), and R1-3 (1.5). The 16S rRNA gene sequencing analysis results showed that isolate R7-3 was *Pseudomonas stutzeri*, R4-3 and R1-3 were *Achromobacter xylosoxidans*, R3-1 and R5-3 were *Achromobacter* sp. The conclusions obtained that the species *Pseudomonas stutzeri*, *Achromobacter xylosoxidans*, and *Achromobacter* sp. are cellulolytic bacteria that have been successfully isolated from the digestion of termites *Cryptotermes* sp. The benefit of this research is getting cellulolytic bacterial species that have the potential to be utilized in the process of cellulase enzymes production.*

*Keywords: *Cryptotermes* sp., Cellulolytic bacteria, Cellulase enzymes, 16S rRNA genes, CMC 1%.*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Struktur Organisasi	5
BAB II RAYAP (<i>Cryptotermes</i> sp.), BAKTERI SELULOLITIK, ENZIM SELULASE, IDENTIFIKASI GEN 16S rRNA.....	6
2.1. Rayap (<i>Cryptotermes</i> sp.).....	6
2.1.1. Taksonomi	8
2.1.2. Persebaran.....	8
2.1.3. Morfologi.....	9
2.2. Bakteri Selulolitik	10
2.3. Enzim Selulase.....	11
2.3.1. Selulosa.....	13
2.4. Identifikasi Gen 16S rRNA	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1. Jenis Penelitian	17

3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian	17
3.3.	Populasi dan Sampel	17
3.4.	Alat dan Bahan	17
3.5.	Prosedur Penelitian	18
3.5.1.	Tahap Persiapan	18
3.5.2.	Pembuatan Medium.....	18
3.5.2.1.	<i>Nutrient Broth Agar</i> dan <i>Nutrient Broth</i>	19
3.5.2.2.	CMC (<i>Carboxy-Menthyl-Cellulose</i>)	19
3.5.3.	Pengambilan Sampel	19
3.5.4.	Isolasi Bakteri	20
3.5.5.	Pembiakan Murni Isolat Bakteri	21
3.5.6.	Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri	22
3.5.7.	Seleksi Bakteri Selulolitik Pada Media <i>Carboxyl-Methyl-Cellulose</i> (CMC).....	23
3.5.8.	Isolasi DNA Bakteri	23
3.5.9.	Uji Kualitatif dan Kuantitatif	24
3.5.10.	Amplifikasi Gen 16S rRNA.....	26
3.5.11.	Elektroforesis	27
3.5.12.	Sekuensing DNA.....	27
3.5.13.	Analisis Hasil Sekuensing	27
3.6.	Alur Penelitian	28
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Isolasi Bakteri dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Pencernaan Rayap (<i>Cryptotermes</i> sp.).....	31
4.2	Seleksi Bakteri Selulolitik pada Medium CMC 1%	37
4.3	Isolasi DNA dan Uji Kuantitatif dan Kualitatif DNA Bakteri Selulolitik	40
4.4	Amplifikasi Gen 16S rRNA	44
4.5	Analisis Hasil Sikuen Gen 16S rRNA	47
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, REKOMENDASI		58
5.1	Simpulan.....	58

5.2	Implikasi.....	58
5.3	Rekomendasi	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN 1	75
	LAMPIRAN 2	78
	LAMPIRAN 3	85
	LAMPIRAN 4	88
	RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Isolasi Bakteri	31
Tabel 4.2. Morfologi Isolat Bakteri Pencernaan Rayap (<i>Cryptotermes</i> sp.)	34
Tabel 4.3. Nilai Indeks Selulolitik Bakteri Pencernaan Rayap (<i>Cryptotermes</i> sp.)	38
Tabel 4.4. Uji Kuantitatif Hasil Isolasi DNA	41
Tabel 4.5. Uji Kuantitatif Hasil Amplifikasi Gen 16S rRNA	46
Tabel 4.6. Ukuran Sekuen 16S rRNA Hasil Sekuensing dan Hasil Contig	48
Tabel 4.7. Hasil <i>Homology Test</i> Menggunakan BLAST NCBI	50
Tabel 4.8. Hasil <i>Homology Test</i> Menggunakan Ezbiocloud	51
Tabel 4.9. Hasil Identifikasi Bakteri Selulolitik Pencernaan Rayap (<i>Cryptotermes</i> sp.)	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Cryptotermes</i> sp.....	8
Gambar 2.2 Representasi Skema Selulolisis	12
Gambar 3.1 <i>Cryptotermes</i> sp. Pada Kayu Kering	19
Gambar 3.2 Pemotongan Rayap <i>Cryptotermes</i> sp.....	20
Gambar 3.3 Kondisi PCR Gen 16S rRNA.	26
Gambar 3.4.A Bagan Alur Penelitian.	29
Gambar 3.4.B Bagan Alur Penelitian.	30
Gambar 4.1 Koloni Hasil Isolasi Bakteri Pada Biakan Campuran.....	31
Gambar 4.2 Morfologi Koloni 15 Isolat Bakteri Dari Pencernaan Rayap (<i>Cryptotermes</i> sp.) Menggunakan Mikroskop Stereo.	36
Gambar 4.3 Hasil Seleksi Bakteri Selulolitik Pada Medium CMC 1% Dengan <i>Congo Red</i> 0,1% dan Pencucian dengan NaCl 1%.	39
Gambar 4.4 Hasil Elektroforegram Sampel Isolasi DNA Isolat Bakteri Selulolitik Pada Gel Agarosa 1%.	43
Gambar 4.5 Elektroforegram Hasil Amplifikasi Gen 16S rRNA Isolat Bakteri Selulolitik pada Gel Agarosa 1%.	45
Gambar 4.6 Elektroforegram Hasil Amplifikasi Gen 16S rRNA Isolat Bakteri Selulolitik pada Gel Agarosa 1%.	45
Gambar 4.7 Pohon Filogenetik Berdasarkan Gen 16S rRNA.	53

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	75
LAMPIRAN 2	78
LAMPIRAN 3	85
LAMPIRAN 4	88

DAFTAR PUSTAKA

- A-rong, Luo. Zhang Yang-Zhou. Qiao Hui-jie. Shi Whi- Feng. Robert Murphy W. Zhu Chao-Dong. (2010). Outgroup Selection in Tree Reconstruction : A Case Study of Family Helictidae (Hymenoptera : Apiodea). *Acta Entomologica Sinica*. 53 (2): 192 – 201.
- Aabo, S. J.K Andersen. J.E Olsen. (1995). Research Note: Detection Of *Salmonella* in Minced Meat by The Polymerase Chain Reaction Method. *Letters in Applied Microbiology*. 21, 180-182.
- Addinilia, D. (2012). *Analisis Karakter Genetik Gen Cytocrome B Pada Sidat (Anguilla bicolor dan A. marmorata)*. Skripsi. Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran Bandung.
- Ambriyanto, K. S.(2010). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (Pennisetum purpureum schaum)*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Andri. (2012). *Keanekaragaman Rayap Tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Anindita, N. S. (2013). *Identifikasi dan Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat Potensi Probiotik Pensintesis Conjugated Linoleic Acid (CLA)*. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ahmad, M. (1965). Termites (Isoptera) of Thailand. *Bull Amer Nat His*. 131: 33 195.
- Afif, Rahmat & Dwi Hilda Putri. (2019). 16S rRNA Gene Amplification of Endophytic Bacteria Which Produces Antimicrobial Compounds. *Bio Sains*. VOL 4 No 1 48-53.
- Aklyosov. (2004). Cellulase Enzyme That Degrades Celulose From Fungi. *Application of Microbial*. 522-529.
- Alam, M.Z. M.A Manchur. M.N Anwar. (2004). Isolation, Purification, Characterization of Cellulolytic Enzymes Produced by *Streptomyces omiyaensis*. *Journal of Biologi Science*. 10: 1647- 1653.
- Al-Arif, M. Darmanto Win Anam. Ni Nyoman Tri Puspaningsih. Suwarno. (2012). *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik dengan Aktivitas Tinggi dalam*

- Saluran Pencernaan Keong Emas (*Pomacea canaliculata*). *JBP*. Vol. 14, No. 2.
- Amstrup, K. (1979). Production, Isolation, and Economics of Extracellular Enzyme. *Appl. Biochem and Bioeng.* Vol. II. Academic Press. New York.
- Anand, Vennison. Prabhu Sankar. Raghuraman Vasana. Vandan Geoffrey. (2009). Isolation and Characterization of Bacteria from the Gut Of *Bombyx Mori* that Degrade Cellulose, Xylan, Pectin and Starch and Their Impact on Digestion. *J of Insect Science*. 10(107): 1-20.
- Apun, K. B.C Jong. M.A Salleh. (2000). Screening and Isolation of A Cellulolytic and Amylolytic *Bacillus* from Sago Pith Waste. *J of Gen. Appl. Microbiol.* 46: 263 -267.
- Apriliani, Ni Putu Eka Umarista. & Komang Januartha Putra Pinatih. (2017). Prevalensi Kelompok Gen blaCTX-M-1 pada *Klebsiella Pneumoniae* di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar. *E-Jurnal Medika*. VOL.6 No.2.
- Arsyad, S. (2017). *Skrining Bakteri Selulolitik Asal Saluran Pencernaan Rayap Untuk Mendekomposisi Tunggul Karet*. Skripsi. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Atlas, R.M. & R Bartha. (1998). *Microbial Ecology Fundamentals and Applications*. Benjamin Cummings Publishing Company Inc : California
- Auer, L. Lazuka A. Sillam-Dussès D. Miambi E. O'Donohue M. Hernandez-Raquet G. (2017). Uncovering The Potential of Termite Gut Microbiome For Lignocellulose Bioconversion in Anaerobic Batch Bioreactors. *Front Microbiol.* 8:2623.
- Avise, J.C. (1994). *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. New York: Chapman & Hall.
- Baharuddin, Razak. Hock Ahmad. Aziz Rahman. Shah Hassan. Sakai. Shirai. (2010). Isolation and Characterization of Thermophilic Cellulase-Producing Bacteria from Empty Bunches-Palm Oil Mill Effluent Compost. *Journal of Applied Science*. Vol.7(1): 56-62.

- Bajya, D.R. Arya D. Ranjith M. Lakharan M.C. Raza S.K. (2015). Isolation and Identification of Cellulose Demoting Symbionts From Gut of Subterranean Termite *Odontotermes obesus*. *Ind J Agric Sci.* 85(7):970-2.
- Baker, P. (2005). Termite Management For Homeowners. Departemen Agriculture. Entomology. University of Arizona.
- Bandounas, L. Wierckx, N.J. de Winde J.H. Ruijssenaars H.J. (2011). Isolation and Characterization of Novel Bacterial Strains Exhibiting Ligninolytic Potential. *BMC Biotechnol* 11(1):94.
- Bignell, D.E. & Eggleton, P. (2000). *Introduction to Symbiosis*. Didalam: Abe T, Bignell, D.E. Higashi, M. editor. Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology. Dordrecht: Kluwer Academic Pub. Hlm 189 – 208.
- Borji, M. S. Rahimi. G. Ghorbani. J. Van Yoosefi. H. Fazaeli. (2003). Isolation and Identification of Some Bacteria From Termites Gut Capable in Degrading Straw Lignin and Polycacaeharides. *J. Facul. Vet. Met., University Tehran.* 58: 249-256
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. (1992). *Pengenalan Pelajaran Serangga. Eds 6*. Gadjah Mada University Press.
- Brown, T.A. (2002). *Genomes 2nd Ed*. BIOS Scientific Publishers Ltd: New York.
- Breznak, J.A. & A Brune. (1994). Role of Microorganisms In The Digestion of Lignocellulose By Termites. *Annual Reviews of Entomology.* 39, 453-487.
- Cai, H. M Archambault. J.F Prescott. (2003). 16S Ribosomal RNA Sequence-based Identification of Veterinary Clinical Bacteria. *J Vet Diagn Invest.* 15:465–469.
- Capuccino, James G. Sherman, Natalie. (1987). *Microbiology: A laboratory Manual*. California: The Benjamin/Cumming Publishing Company.
- Cappuccino, James G. Sherman, Natalie. (2014). *Microbiology: A Laboratory Manual-10th ed*. New York: Pearson.
- Charrier, M. & A. Brune. (2003). The Gut Microen Vironment of Helicid Snails (Gastropoda: Pulmonata) In-Situ Profiles of pH. Oxygen And Hydrogen Determined by Microsensors. *Can. J. Zool.* 81: 928-935.

- Chenooll, E., Macian, M. C. Aznar, R. (2003). Identification of Canobacterium, Lactobacillus, Leuconostoc and Pediococcus by rDNA- Based Techniques. *Syst. Appl. Microbiol.* 26 (4): 546-56.
- Chhotani, O.B. (1997). Fauna of India-Isoptera (Termites) Vol. II. *Zoological Survey of India, Calcuta.* 800 pp.
- Clarridge, J.E. (2004). Impact of 16S rRNA Gene Sequence Analysis for Identification of Bacteria on Clinical Microbiology and Infectious Diseases. *Clin. Microbiol. Rev.* 17(4): 840-62.
- Considine, D.M. & Considine G.D. (1983). *Van Nostrands Scientific Encyclopedia*, 6th ed. Van Nostrand.
- Crueger, W & A. Crueger. (1984). Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology. *Minuaer Associates, Sunderland.* P 267-276.
- Drancourt, M. Bollet C. Carlioz A. Martelin R. Jean-Pierre G. Raoult D. (2000). 16S Ribosomal DNA Sequence Analysis of a Large Collection of Environmental and Clinical Unidentifiable Bacterial Isolates. *J Clin Microbiol.* 38(10):3623-3630.
- Duff, S. J. B. & W. D. Murray. (1996). Bioconversion of Forest Products Industry Waste Cellulosics to Fuel Ethanol: A Review. *Bioresource Technology.* 55 : 1-33.
- Ed-har, Adiz Adryan. Rahayu Widyastuti. Gunawan Djajakirana. (2017). Isolasi dan Identifikasi Mikroba Tanah Pendegradasi Selulosa dan Pektin Dari Rhizosfer *Aquilaria malaccensis*. *Buletin Tanah dan Lahan.* 1 (1), 58-64.
- Edwards, R. & A.E Mill. (1986). Termites in buildings. Their Biology and Control. Rentokil Limited. East Grinstead.
- Esnard, J. T.L. Potter. B.M. Zuckerman. (1995). *Streptomyces costaricanus* sp. nov., Isolated from Nematode-suppressive Soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.* 5(4): 775-779.
- Falch, E.A. (1991). Industrial Enzymes Developments in Production and Application. *Biotech. Adv.* 9:43-658.
- Fatchiyah A, Widyarti LE, Rahayu S. (2011). *Biologi Molekular Prinsip Dasar Analisis.* Erlangga. Malang

- Fatchiyah, Arumingtyas EL, Widyarti S, Rahayu S. (2009). *Dasar-Dasar Analisa Biologi Molekuler*. Brawijaya Press. Malang.
- Femi-Ola, T. O & B.A Oyebamijil. (2019). Molecular Characterization and Cellulolytic Activities of Bacterial Isolates from the Hindgut of Wood-Feeding Termites *Amitermes evuncifer* Silvestri. *Journal of Advances in Microbiology*. 14(2): 1-10; Article no.JAMB.45732.
- Fengel, D.& G Wegener. (1995). *Kayu, Kimia, Ultra Struktur dan Reaksi-Reaksi*. Yogyakarta. Gajahmada Press.
- Ferbiyanto, Andri. Iman Rusmana. Rika Raffiudin. (2015). Characterization and Identification of Cellulolytic Bacteria from Gut of worker *Macrotermes gilvus*. *Hayati Journal of Biosciences*. 22(4):197-200.
- Firmansyah, A & N.F Haneda. (2012). Keanekaragaman Rayap Tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, vol. 03, hlm. 92-96.
- Fitri, Leni. & Yekki Yasmin. (2011). Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi*. Vol 3, No 2, Hlm 20-25.
- Frohlick, J. C. Koustiane. P. Kampfer. R. Roselle-Mora. M. Valens. M. Berchtold. T. Kuhnigk. H. Hertel. D.K. Maheshwari. H. Konig. (2007). Occurrence of Rhizobia in The Gut of The Higher Nasutitermes nigricaps. *J. Syst Applied Mikrobiol*. 3:68-74.
- Gay, F.J. (1967). A World Review of Introduced Species of Termites. *CSIRO Bulletin*. No. 286, pp. 1-88.
- Gay, F.J. & J.A.L Watson (1982). The Genus *Cryptotermes* in Australia (Isoptera: Kalotermitidae). *Australian Journal of Zoology suppl ser*. 88: 1-64.
- Gitaswari, D A Indah. & Sri Budayanti. (2019). Identifikasi Subtipe Enterotoxigenic *Escherichia Coli* dan Enteroaggregative *Escherichia Coli* dari Spesimen Usap Dubur Penjamah Makanan di Denpasar Menggunakan *Polymerase Chain Reaction*. *E-Jurnal Medika*. Vol 8 No 1.
- Grimaldi, D. Engel, M.S. (2005). *Evolution of the Insects*. Melbourne : Cambridge University Press.

- Hadioetomo, Ratna Sri. (1990). *Microbiology Dasar Dalam Praktek* Jakarta : PT Gramedia.
- Hagstrom, C.R. & A Wipat. (2002). Genome Management and Analysis: Prokaryotes. di dalam : Ratledge C. Kristiansen B. editor. Basic Biotechnology. Ed- 2nd United Kingdom: Cambridge University Press. Hlm 17-44.
- Harazono, K. (2003). Isolation and Characterization of Aromatik Degrading Microorganisms From the Gut of The Lower Coptotermes formosus. *J. Biosce. Biochem.* 67: 889-892.
- Hardjo, S. S Indrasti. T Bantacut. (1989). Biokonversi Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. PAU. Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Hartanti. (2010). *Isolasi dan Seleksi Bakteri Selulolitik Termofilik dari Kawah Air Panas Gunung Pancar, Bogor*. Skripsi FMIPA IPB, Bogor.
- Holtzapple, M.T. (2003). Hemicelluloses. *In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. pp. 3060-3071.
- Hidayat, N. Padaga, M.C. Suhartini, S. (2006). *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: ANDI.
- Hidayat, Topik. (tanpa tahun). *Analisis filogenetika menggunakan program PAUP* berbasis Window*. Departemen Pendidikan Biologi, FPMIPA, UPI Bandung.
- Hidayat, Topik. Yukawa T. Ito M. (2005). Molecular Phylogenetics of Subtribe Aeridinae (Orchidaceae): Insights from Plastid Matk and Nuclear Ribosomal ITS Sequences. *J Plant Res.* 18:271-284.
- Huang, Q. Y. Li G. H. Husseneder C. Lei C. L. (2013). Genetic Analysis of Population Structure and Reproductive Mode of The Termite Reticulitermes Chinensis Snyder. *Plos One.* 8: e69070.
- Ibrahim, A.S.S. & A.I El-diwany. (2007). Isolation and Identification of New Cellulases Producing Thermophilic Bacteria Froma an Egyptian Hot Spring and Some Properties of The Crude Enzyme. *J Appl Sci* 1:473-478.
- Inward, D. Beccaloni G. Eggleton P. (2007). Death of an Order: A Comprehensive Molecular Phylogenetic Study Confirms That Termites Are Eusocial Cockroaches. *Biol Lett* 3(3):331–335.

- Irianto, Koes. (2006). *Mikrobiologi Jilid 1*. Bandung : Yrama Widya.
- James, G. (2010). Universal Bacterial Identification by PCR and DNA Sequencing of 16s rRNA Gene. *PCR for Clinical Microbiology pp.* 209-214.
- Janda, J.M & S.L Abbott. (2007). 16S rRNA Gene Sequencing For Bacterial Identification In The Diagnostic Laboratory: Pluses, Perils, And Pitfalls. *Journal of Clinical Microbiology.* 45(9):2761–2764.
- Ji W, D. Ming., L. Yan-Hong., C.Qing-Xi., X.Gen-Jun. Z.Fu-Kun. (2003). Isolation Functional Endogenous Cellulase Gene from Mollusc, *Ampullaria crossean*. *Jurnal Acta Biochimica et Biophysica Sinica.* 35(10): 941-946
- Jiang, H. Haliang D. Gengxing Z. Bingsong Y. Leah R. C. Matthew W. F. (2006). Microbial Diversity in Water and Sediment of Lake Chaka, an Athalassohaline Lake in Northwestern China. *Applied and Environmental Microbiology.* P. 3832-3845.
- Jill, Clarridge E. (2004). Impact of 16S rRNA Gene Sequence Analysis for Identification of Bacteria on Clinical Microbiology and Infectious Diseases. Department of Laboratory Medicine, University of Washington, and Pathology and Laboratory Medicine Service, Veterans Affairs Medical Center, Seattle, Washington.
- Kakkar, Nidhi. Sanjeev K Gupta. Baljeet Singh Saharan. (2015). Studies on Cellulolytic Activity and Structure of Symbiotic Bacterial Community in *Odontotermes parvidens* Guts. *Internasional J Current Microbiol and Appl Sci.* 4(10):310-315.
- Kalshoven, L.G.E. (1981). *The Pest of Crop in Indonesia*. Resived by Van Der Laan. P.T. Ictiar Baru Van Hoeve, Jakarta.
- Kambhampati, S & Eggleton P. (2000). *Phylogenetics and Taxonomy of Termites*. Kluwer Academic Publishers
- Kim, K.H. & Hong J. (2001). Supercritical CO₂ Pretreatment of Lignocellulose Enhances Enzymatic Cellulose Hydrolysis. *Bioresource Technol.* 77(2). 139-144.
- Koolman, J. (2001). *Atlas Berwarna dan Teks Biokimia Terjemahan Septelia*. Penerbit Hipokrates. Jakarta.

- Koonin, E.V. (2003). Comparative Genomics, Minimal Gene - Sets and The Last Common Universal Ancestor. *Natural Review of Microbiology*.1: 127-136.
- Kundu, Pradyut. Arnab Pramanik. Sayani Mitra. Jayanta Debabrata Choudhury. Joydeep Mukherjee. Somnath Mukherjee. (2012). Heterotrophic Nitrification by *Achromobacter xylosoxidans* S18 Isolated From a Small-Scale Slaughterhouse Wastewater. *Bioprocess Biosyst Eng.* 35:721–728.
- Krieg, N.R. 1994. Introduction to Systematics. In Methods for General and Molecular Bacteriology. *Washington, DC: ASM Press.* pp. 603–605.
- Kuhad, Ramesh Chander. Rishi Gusha. Ajay Singh. (2011). *Microbial Cellulases and Their Industrial Applications. SAGE-Hindawi Access to Research.* Volume 2011, Article ID 280696.
- Lalucat, Jorge. Antoni Bennasar. Rafael Bosch. Elena Garcí'a-Valde's. Norberto J. Palleroni. (2006). Biology of *Pseudomonas stutzeri*. *American Society for Microbiology.* Vol. 70, No. 2.
- Lauroa, F.M. McDougald D. Thomas T. Williams T.J. Egan S. Rice S. Demaere M.Z. ... Cavicchioli R. (2009). The Genomic Basis of Trophic Strategy in Marine Bacteria. *PNAS.* Vol 106 ; 37: 15527-15533.
- Lay, W. B. (1994). *Analisis Mikroba di Laboratorium.* PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lay, B. W. & Hastowo. (1982). *Mikrobiologi.* Jakarta : Rajawali Press.
- Leblond. Bourget N. Philippe HI. Decaris B. (1996). 16S rRNA and 16S to 23S Internal Transcribed Spacer Sequence Analysis Reveal Inter and Intra Specific *Bifidobacterium* Phylogeni. *Int. J. Syst Bacteriol.* 46: 102-111.
- Lee, B.H. & T.H Blackburn. (1974). Cellulase Production by a Thermophili *Clostridium* Spesies. *Appl Microbiol.* 30:346-353.
- Lee, K.E. & Wood T.G. (1971). *Termites and Soil.* London: Academic pr.
- Lee, S.M. (2001). Pilot Scale Production of Cellulose Using *Trichoderma Reesei* Rut C-30 In Fed-Batch Mode. *J. Micro. Biotech.*11: 229-233.
- Lehninger, A. L. (1993). *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1.* Terjemahan Maggy Thenawijaya. Erlangga. Jakarta.

- Li, Yan. (2019). How to Build a Phylogenetic Tree. [Online]. Diakses 23 juli 2019. http://guava.physics.uiuc.edu/~nigel/courses/598BIO/498BIOonline-essays/hw2/files/hw2_li.pdf. (Diakses Juli 2019).
- Lokapirnasari, Widya Paramita. Adriana Monica Sahidu. Tri Nurhajati. Koesnoto Supranianondo. Andreas Berny Yulianto. (2016). Sekuensing 16S DNA Bakteri Selulolitik Asal Limbah Cairan Rumen Sapi Peranakan Ongole. Departemen Peternakan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga.
- Macrae, A. (2000). The Use of 16S rDNA Methods in Soil Microbial Ecology. *Brazilian Journal of Microbiology*. 31, 77-82.
- Maki, M. Leung, K.T. Qin, W. (2009). The Prospects of Cellulase Producing Bacteria For The Bioconversion of Lignocellulosic Biomass. *International Journal of Biological Sciences*. 5(5), 500-516.
- Mandels, M. Andreotti R. Roche C. (1976). Measurement of Saccharifying Cellulase. Symposium on Enzymatic Conversion of Cellulosic Materials, Newton, Massachusetts, U.S.A. *Biotechnology and Bioengineering, Symposium*. No. 6.
- Miura, T. & T Matsumoto. (1998). Open-Air Litter Foraging in The Nasute Termite *Longipeditermes longipes* (Isoptera: Termitidae). *Journal of Insect Behavior*. 11: 179- 189.
- Morana, A. Murelli L. Ionata E. La Cara F. Rossi M. (2011). Cellulase from Fungi and Bacteria and their Biotechnological Applications. *Nova Science Publisher*. P 1-79.
- Mount, D.W. (2001). Phylogenetic prediction. *New York Press*. pp. 237 –280.
- Muhibuddin, Anton. (2001). *Potensi Nematoda Steirinema sp. dan Heterorhabditis sp. Sebagai Pengendali Serangga Rayap Tanah Optotermes curvignathus dan Microtermes sp. dan Sinergimanya dengan Agens Hayati Lain*. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya.
- Mulyadi, Moh. Wuryanti. Ria S Purbowatiningrum. (2013). Konsentrasi Hamba Minimum (KHM) Kadar Sampel Alang-Alang (*Imperata cylindrical*) dalam Etanol Melalui Metode Difusi Cakram. *Jurnal Chem Info*. 1(1): 35-42.

- Munifah, I. Chasanah, E. Fawzuya Y.N. (2011). Screening Of Cellulolytic Bacteria From Indonesia's Marine Environment. Di dalam: Prosiding Seminar ISISM (International Seminar of Indonesian Society for Microbiology); Bogor, 26 Juni 2011. Bogor: Perhimpunan Mikrobiologi Cabang Bogor.
- Murtiyaningsih, Hidayah. & Muhammad Hazmi. (2017). Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase Pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritrop*. Volume 15 (2).
- Muzzazinah. (2017). Metode Filogenetik Pada Indigofera. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta 2017.
- Nakashima, K. H Watanabe. H Saitoh. G Tokuda. J.I Azuma. (2002). Dual Cellulose Digesting System of The Wood-Feeding *Coptotermes Formosanus Shiraki*. *Insect Biochem Mol Biol*. 32:777-784.
- Nandika, D. Yudi R. Farah Diba. (2003). *Rayap : Biologi dan Pengendaliannya*. Harun JP, ed. Surakarta : Muhammadiyah Univ. Press.
- Nicholl, I.D. K Nealon. M.K Kenny. (1996). Characterization of The DNA Polymerase Requirement of Human Base Excision Repair. *Nucleic Acids Res*. 24:3763 - 3770.
- Niswah, Lukluatun. (2014). *Uji aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Buah Parijoto (Medinilla speciosa Blume) Menggunakan Metode Difusi Cakram*. [Skripsi]. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Noirot, C. (1992). From Wood- To Humusfeeding: An Important Trend In Termite Evolution. *Biol. Evolut. Social Insects*. Pp. 107 119.
- Nolte, F.S. (2008). Molecular Diagnostics for Detection of Bacterial and Viral Pathogens in Community-Acquired Pneumonia. *CID*.47:123-6
- Nurkanto, Arif & Andria Agusta. (2015). Identifikasi Molekular dan Karakterisasi Morfo-Fisiologi Actinomycetes Penghasil Senyawa Antimikroba (Molecular Identification and Morpho-Physiological Characterization of Actinomycetes with Antimicrobial Properties). *Jurnal Biologi Indonesia*. 11 (2): 195-203.
- Ochoa-Solano, JL. & J Olmos-Soto. (2006). The Functional Property of *Bacillus* for Shrimp Feeds. *Food Microbiol*. 23(6):519-525.

- Ohkuma, Moriya, Kudo, Toshiaki. (1998). Phylogenetic Analysis of The Symbiotic Intestinal Microflora of The Termite *Cryptotermes domesticus*. *FEMS Microbiology Letters*. 164 (1998) 389-395.
- Page, D.S. (1997). Prinsip-Prinsip Biokimia. Erlangga. Jakarta.
- Palys, T. Nakamura, L.K. Cohan, F.M. (1997). Discovery and Classification of Ecological Diversity In The Bacterial World: The Role Of DNA Sequence Data. *International Journal Systematic and Evolutionary Microbiology*. 47: 1145 - 1156.
- Pearce, M.J. (1997). Termites biology and pest management. *CAB International, Wallingford, United Kingdom*. 172 pp.
- Pelczar, M.J. & Chan E.C.S. (2008). *Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jilid 1*.
- Pelczar, M.J. & Chan E.C.S. (2007). *Dasar-dasar Mikrobiologi. Jilid I*. Penerjemah Hadiutomo, R.S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S., dan Angka, S.L., UI-Press, Jakarta.
- Pharmawati, Made. (2009). Optimalisasi Ekstraksi DNA dan PCR-RAPD pada *Grevillea* spp. (Proteaceae). *J. Biologi*. 8(1): 12- 16.
- Poedjiadi, Anna. (1994). *Dasar-Dasar Biokimia*. UI-Press. Jakarta.
- Protocol GoTaq Green Master Mix. (2016). GoTaq Green Master Mix. [Online]. Diakses 10 Agustus 2019. <https://www.promega.com/-/media/files/resources/protocols/product-information-sheets/g/gotaq-green-master-mix-protocol-pdf>.
- Purwadaria, T. Marbun P.A. Sinurat A.P. Ketaren P.P. (2003). Perbandingan Aktivitas enzim selulase dari bakteri dan kapang hasil isolasi dari rayap. *J Ilmu Ternak Veteran*. 8(4):213-219.
- Rao, SNS. (1994). *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Edisi Kedua*. Jakarta: UI-PRESS.Reinhold Company, New York.
- Roonwal, M.L & P.K Maiti. (1966). Termites From Indonesia Including West Irian. *Treubia, A Journal on Zoology of the Indo-Australian Archipelago*. Vol 27, No 1.
- Rinanda, Tristia. (2011). Analisis Sekuensing 16S rRNA di Bidang Mikrobiologi. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*. Volume 11 No.3.
- Rudiansyah, D. Rahmawati. Rafdinal. (2017). Eksplorasi Bakteri Selulolitik dari

- Tanah Hutan Mangrove Peniti, Kecamatan Segedong, Kabupaten Mempawah. *Jurnal Protoniont*. 6(3), 255-262.
- Sambrook, J. E.F Fritsch. T Maniatis. (1989). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2nd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor.
- Santos, S.R. & H. Ochman. (2004). Identification and Phylogenetic Sorting of Bacterial Lineages With Universally Conserved Genes And Protein. *Journal Environmental Microbiology*. 6: 754-759.
- Sari, M. Agustien U. Nurmiati A. (2012). Screening and Characterization of Cellulolytic Thermophylic Bacteria From Sungai Medang Hot Spring, Kerinci, Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 1(2): 166-171.
- Sauer, P.M. Mulle. Kang J. (1998). Quantitation DNA. *Qiagen News*. 2:23-26.
- Sanderson, M.G. (2011). Biomass of Termites and Their Emissions of Methane and Carbondioxide: A Global Database. *Global Biogeochem. Cycles*. 10(4):543-557.
- Schafer, A. R. Konrad. P. Kuhnigk. P. Kampfer. H. Hertel. H. Konig. (1996). Hemicellulose Degrading Bacteria and Yeast From The Termite Gut. *Applied Bacteriol*. 80:471-478.
- Scheffrahn, Rudolf H & Nan-Yao Su. (1999). West Indian Drywood Termite, *Cryptotermes brevis* (Walker) (Insecta: Isoptera: Kalotermitidae). UF/IFAS Extension.
- Schlegel, H.G.& K Schmidt. (1994). *Mikrobiologi Umum, Ed.6* (Terjemahan Tejo Baskoro dan Joke R Wattimena), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Schmidt, H. (2003). *Phylogenetic Trees from Large Datasets*. Inaugural-Dissertation, Dusseldorf University.
- Sholihati, Al Maratun. Maswati Baharuddin. Santi. (2015). Produksi Dan Uji Aktivitas Enzim Selulase Dari Bakteri *Bacillus Subtilis*. Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi. Uin Alauddin Makassar.
- Shinde, V.S. Agrawal T. Kotasthane A.S. (2017). Molecular Characterization Of Cellulolytic Bacteria Derived From Termite Gut And Optimization Of

Cellulase Production. Department Of Lant Molecular Biology And Biotechnology, IGKV, Raipur, India.

- Sihombing, Maretsha C.H. Simbala, Herny E. I. Yudistira, Adithya. (2018). Isolasi Identifikasi Secara Molekuler Menggunakan Gen 16S rRNA dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Symbion Endofit Alga *Padina* sp. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol. 7 No. 2.
- Silva, J.R. F. J. L Silva. Sazima I. (2005). Rest, Nurture, Sex, Release, and Play: Diurnal Underwater Behaviour of The Spinner Dolphin at Fernando De Noronha Archipelago, SW Atlantic. *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*. 9:161-176.
- Singleton & Sainsbury. (2006). *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology 3rd Edition*. England: John Wiley and Sons.
- Smibert, R.M. & Krieg N.R. (1994). *Phenotypic characterization*. In *Methods for General and Molecular Bacteriology* ed. Gerhardt, P., Murray, R.G.E., Wood, W.A. and Krieg, N.R. pp. 607–654 Washington, DC: ASM Press.
- Sobotnik, Jan. & Cecilia Dahlsjo. (2017). *Isoptera*. In Reference Module in Life Sciences, Elsevier.
- Soepranianondo, P. D.S. Nazar. D Handiyatno. (2007). Potensi Jerami Padi yang Diamonifikasi dan Difermentasi Menggunakan Bakteri Selulolitik terhadap Konsumsi Bahan Kering, Kenaikan Berat Badan dan Konversi Pakan Domba. *Media Kedokteran Hewan*. 23(3):202-205.
- Solihah, S.M. (2014). Ekstraksi DNA Analisis. Bogor Agricultural University.
- Stryer, L. J.L Tymoczko. Berg. (2002). *Biochemistry, Fifth Edition*. W.H Freeman, New York.
- Sudiana, I.M.. R.D. Rahayu. H. Imamuddin. M. Rachmansyah. (2001). Cellulolytic Bacteria of Soil of Gunung Halimun National Park. *Jurnal Biologi*. 5 (6): 703-710.
- Suhartono, M.T. (1989). *Enzim dan Bioteknologi*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB, Bogor.
- Sukumaran, R.K., Singhanis, R.R., Pandhey, A.S. (2005). Microbial Cellulases, Production, Applications and Challenges. *J of Science and Industrial Research*. 4: 832-844.

- Suryadi. (2004). *Isolasi, Karakterisasi dan Produksi B-Mananase Ekstraseluler dari Geobacillus Streatothermophilus 1-7*. [Disertasi]. Program Pascasarjana- Institut Pertanian Bogor.
- Suryani. Ambarsari, Laksmi. Harahap, Efi Sanfitri. (2009). Amplifikasi Gen 16S rRNA Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas, Gunung Pancar Bogor *J. Ris. Kim.* Vol. 3, No. 1.
- Suryaningsih, Vivi. Ferniah, Rejeki Siti. Kusdiyantini, Endang. (2018). Karakteristik Morfologi, Biokimia, dan Molekuler Isolat Khamir Ik-2 Hasil Isolasi dari Jus Buah Sirsak (*Annona muricata L.*) *Jurnal Biologi.* Volume 7 No 1. Hal. 18-25.
- Suryanto, D. & Munir, E. (2006). Potensi Pemanfaatan Isolat Bakteri Kitinolitik Lokal untuk Pengendali Hayati Jamur. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian USU.* Hal: 15-25.
- Teather, R.M. & P.J. Wood. (1981). Use of Congo Red-Polysaccharide Interactions In Enumeration and Characterization Of Cellulolytic Bacteria From The Bovine Rumen. *Journal Environ Microbiol.* 4:777-780.
- Thapa, R.S. (1981). Termites of Sabah. *Sabah Forest Record.* 12: 1-374.
- Tho, Y.P. (1992). Termites of Peninsular Malaysia. *Malayan Forest Records. Forest Research Institute Malaysia, Kepong.* 36:1-224.
- Tsegaye, Bahiru. Chandrajit Balomajumder. Partha Roy. (2018). Isolation and Characterization of Novel Lignolytic, Cellulolytic, and Hemicellulolytic Bacteria from Wood-Feeding Termite *Cryptotermes brevis.* *International Microbiology.*
- Upadhyaya, S.K. A.M Manandhar. H Mainali. A. R Pokhrel. Rijal A. Pradhan B. Koirala B. (2012). Isolation and Characterization of Cellulolytic Bacteria From Gut of Termite. *Rentech Symp Compend.* 1:14-18.
- Waluyo, L. (2004). *Mikrobiologi Umum.* UMM Press, Malang.
- Watson, J.A.L. & F.J Gay. (1991). Isoptera (Termites). In *The Insects of Australia.* 2nd edn., pp. 330-347. Melbourne University Press, Carlton, Victoria.
- Webb, E.C. & M Dixon (1979). *Enzymes.* New York: Academic Press.

- Wenzel, M. I Schönig. M Berchtold. P Kämfer. H König. (2002). Aerobic And Facultatively Anaerobic Cellulolytic Bacteria From The Gut Of The Termite *Zootermopsis angusticollis*. *J. Appl. Microbiol.* 92(1):32-40.
- Winarno FG. (1983). *Enzim Pangan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Woo, P.C.Y. Lau, J.L.L. Teng, H. Tse. K, Y. Yuen. (2008). Then And Now : Use of 16S rDNA Gene Sequence In Clinical Microbiology Laboratories. *Clin Microbiol Infect.* 14: 908–934.
- Yanez, M. A., Catalan V., Apraiz D., Figueraz M. J., Martinez M. (2003). Phylogenetic Analysis Of Member Of The Genus *Aeromonas* Based On GyrB Gene Sequence. *International journal of systematic and Evolutionary Microbiology.* 53: 875-883.
- Yunilasari, Mira. (2008). Sebaran Jenis Rayap Tanah di Apartemen Taman Rasuna Kuningan Jakarta dan Potensinya Sebagai Hama pada Bangunan Tinggi. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.