

M E T A M O R F O S A
Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

**Potensi Jamur Endofit pada Tumbuhan Mangrove *Avicennia marina* di Kuala Enok
Indragiri Hilir sebagai Penghasil Antibiotika**

**The Potential of Endophytic Fungi Isolated from Leaves, Stems, Mangrove Roots
Avicennia marina as a Producer of Antibiotics**

Kustiasih Lestari^{1*}, Anthoni Agustien¹, Akmal Djamaan²

¹Jurusan Biologi Pascasarjana Unand

²Jurusan Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Andalas

*Email: mamafebiola@yahoo.com

INTISARI

Penelitian ini memberikan gambaran potensi jamur endofit yang diisolasi dari daun, batang, akar tumbuhan mangrove *A. marina* sebagai penghasil antibiotika yang diujikan terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium mikrobiologi Politeknik Kesehatan Kemenkes Riau dari bulan Maret- Juni 2017. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium, data disajikan dalam bentuk deskriptif. Tahapan penelitian adalah identifikasi tumbuhan *A. marina*, isolasi jamur, uji kualitatif senyawa metabolit flavonoid isolat jamur endofit produksi antibiotik, uji aktivitas antibakteri. Hasil penelitian diperoleh 15 isolat jamur endofit, 5 isolat penghasil senyawa antibiotika. Isolat FAA 3 memperlihatkan aktivitas antibiotika tertinggi dengan diameter zona hambat yang terbentuk 24 mm sedangkan zona hambat terendah isolat FAA 4 dengan membentuk diameter zona hambat sebesar 7 mm dan hasil uji kualitatif senyawa metabolit menghasilkan senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid. Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi bagi masyarakat dalam memanfaatkan tanaman mangrove sebagai alternatif dalam meningkatkan kesehatan.

Kata kunci: jamur endofit, mangrove, Avicennia marina, antibiotika

ABSTRACT

This study provides an overview of the potential of endophytic fungi isolated from leaves, stems, mangrove roots *A. marina* as a producer of antibiotics tested for *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*. This research was carried out in the microbiology laboratory of the Health Polytechnic of the Ministry of Health of Riau from March to June 2017. This study used a laboratory experimental method, the data presented in descriptive form. The stages of the study were: identification of *A. marina* plants, fungal isolation, qualitative tests of flavonoids isolates from endophytic fungal, and antibacterial activity test. The results showed that from 15 isolates of endophytic fungi, 5 isolates producing antibiotics. FAA 3 isolate showed the highest antibiotic activity with 24 mm the diameter of the inhibitory zone, while the lowest inhibition zone was FAA 4 isolate by forming a diameter of inhibitory zone of 7 mm and the results of qualitative tests of metabolites showed as secondary flavonoid metabolites. This research can be used as a source of information for the community in utilizing mangrove plants as an alternative in improving health.

Keyword: endophytic fungi, mangrove, Avicennia marina, antibiotika

PENDAHULUAN

Resistensi mikroba akibat penggunaan antibiotika mengalami peningkatan hal ini telah mengilhami pencarian produk alternatif pengganti antibiotika dari mikroba. Keadaan ini mendorong semakin pentingnya usaha untuk mendapatkan antibiotika yang murah, karena tersedia secara kontinu dalam jumlah yang besar dan memiliki unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pembuatan antimikroba (Alimuddin *et al.*, 2011). Resistensi bakteri yang meningkat terhadap antibiotika, membuat para peneliti melakukan pencaharian sumber antibiotika baru yakni menggunakan mikroba endofit. Menurut Radji (2005) mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Jaringan tanaman yang sehat, ada banyak mikroba endofit. Mikroba endofit sangat sinergistik dengan inang mereka dan sebagian dari endofit mampu membuat kembali nutrisi dari tanaman dengan cara menghasilkan senyawa khusus, seperti metabolisme sekunder, untuk melindungi inangnya dari serangan jamur dan hama (Taechowisan *et al.*, 2005).

Pola hidup masyarakat kembali ke alam (*bact to nature*), mengakibatkan tanaman mangrove dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan, karena beberapa jenis mangrove mempunyai khasiat sebagai obat, sehingga tidak menutup kemungkinan pemanfaatan mangrove sebagai bahan obat-obatan dapat dikembangkan dengan proses teknologi tinggi. Mangrove merupakan tumbuhan yang pada umumnya membentuk suatu komunitas formasi tumbuhan pada daerah pantai, tanah lumpur, dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut di daerah tropis dan sub tropis. Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Kondisi lingkungan seperti itu, beberapa jenis mangrove mengembangkan mekanisme yang memungkinkan secara aktif mengeluarkan garam dari jaringan, sementara yang lainnya mengembangkan sistem akar

napas untuk membantu memperoleh oksigen bagi sistem perakarannya Rusila *et al.*, (2006).

Salah satu jenis tumbuhan mangrove adalah *A. marina*. Pada penelitian terbaru Wibowo *et al.* (2009) dilakukan pengkajian yang memanfaatkan tumbuhan mangrove *Avicennia marina* sebagai bahan pangan dan obat. Hasilnya menyebutkan bahwa *Avicennia* sp. memiliki kandungan senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin yang dapat dimanfaatkan sebagai senyawa potensial bahan baku industri obat-obatan seperti antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, antivirus, sedangkan untuk mikroba endofit menjanjikan dalam penemuan obat-obat baru, karena senyawa-senyawa bioaktif yang dikandungnya flavonoid.

Kawasan Kuala Enok, kabupaten Indragiri Hilir merupakan kawasan perairan yang memiliki jenis tumbuhan mangrove salah satunya yaitu *A. marina*. Di kawasan tersebut belum didapatkan informasi mengenai jamur endofit pada tumbuhan tersebut, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai potensi jamur endofit pada tumbuhan mangrove penghasil antibiotika.

BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pinset, pipet mikro, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, pipet volume, *laminar air flow*, lemari aseptik, timbangan analitik, mistar, kapas, kain kasa, lampu spiritus, gelas piala, gelas ukur, labu Erlenmeyer, inkubator, *paper disc*, lidi, *rotary evaporator*, autoklaf, *vortex mixer*, mikroskop cahaya, corong pisah, jarum ose. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel *Avicennia marina*, media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), media *Sabouraud Dextrose Broth* (SDB), media *Nutrient Agar* (NA), natrium klorida 0,9 %, etanol 70 %, etil asetat, butanol, natrium hipoklorit (NaOCl), air rendaman jagung, Glukosa, CaCO₃, FeSO₄, ZnSO₄, air suling, dimetil sulfoksid, Nistatin, Kloramfenikol, suspensi bakteri uji yang terdiri dari *S. aureus*, *E. coli*, dan jamur uji *C. albicans*.

Identifikasi Tumbuhan

Tumbuhan yang menjadi sampel penelitian diidentifikasi di Herbarium (ANDA) Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Kota Padang, Sumatera Barat.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dimana sampel yang akan diambil berupa daun, batang, akar (akar tunjang)tumbuhan yang sehat yang terdapat di perairan Kuala Enok, Tanah Merah Indragiri Hilir. Sampel yang telah dikoleksi selanjutnya dimasukkan kedalam *box ice* kemudian dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Politeknik Kesehatan Kemenkes Riau untuk dilakukan isolasi.

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan terlebih dahulu dicuci bersih dan dikeringkan. Gelas ukur, tabung reaksi, dan erlenmeyer ditutup dengan kapas berlapis kain kasa dan dibungkus dengan kertas aluminium foil. Kertas cakram dimasukkan ke dalam salah satu cawan petri dan semua cawan petri dibungkus secara terpisah dengan kertas aluminium foil. Kemudian semua alat disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 15 lbs selama 15 menit. Pinset dan jarum ose disterilkan dengan cara pemijaran pada lampu spritus. *Laminar Air Flow* (LAF) disterilkan dengan lampu UV selama 5 menit.

Pembuatan Media SDA

Sebanyak 65 g serbuk SDA dilarutkan dengan 1 liter air suling dalam *erlenmeyer* dan dipanaskan di atas *hotplate* menggunakan *magnetic stirrer* sampai terbentuk larutan jernih. Kemudian disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C tekanan 15 lbs selama 15 menit.

Isolasi Jamur Endofit yang dimodifikasi

Isolasi jamur endofit yang dipilih dari bagian tumbuhan yang sehat yaitu akar, kulit batang, dan daun, tidak terinfeksi mikroba, dan tidak terdapat luka bekas gigitan serangga. Sampel dilakukan sterilisasi permukaan dan tanam langsung pada media pertumbuhan

dengan cara sampel dicuci dengan air mengalir selama 10 menit dan dipotong menjadi 5 potongan dengan ukuran setiap potongannya ± 1 cm. Potongan sampel disterilisasi secara bertingkat dengan mencelupkannya ke dalam etanol 70% selama 1 menit, memasukkannya ke dalam natrium hipoklorit (NaOCl 5,3%) selama 5 menit, dan mencelupkannya lagi ke dalam etanol 70% selama 30 detik. Proses sterilisasi ini dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (Djamaan *et al.*, 2012)

Potongan-potongan yang telah disterilkan diletakkan di atas *tissue* steril dan didiamkan sampai etanolnya menguap kemudian dibelah secara membujur di atas kaca objek steril menjadi 2 bagian sama besar. Masing-masing bagian diletakkan di atas media SDA dengan posisi permukaan belahan menempel pada agar media. Untuk sampel daun dilakukan pengikisan lapisan epidermis pada permukaan daun sebelum ditempelkan pada agar media. Kemudian dilakukan Inkubasi pada suhu 27-30°C selama 5-7 hari. Isolasi jamur endofit dapat dilakukan setelah adanya pertumbuhan jamur yang mulai terlihat pada hari ke-5.

Pemurnian Isolat Jamur Endofit

Masing-masing isolat jamur yang sudah tumbuh dipindahkan pada media SDA dalam cawan petri yang lain menggunakan jarum ose. Pengamatan koloni secara makroskopik dilakukan berdasarkan kriteria warna, permukaan dan tepian koloni. Kriteria yang sama dianggap sebagai isolat yang sama. Setiap koloni dengan morfologi berbeda dipisahkan menjadi isolat tersendiri. Pengamatan morfologi dilakukan kembali setelah 5-7 hari. Apabila masih ditemukan pertumbuhan koloni yang berbeda secara mikroskopik, dilakukan pemisahan lagi sampai ditemukan isolat murni (Kumala dan Nur, 2008).

Produksi Antibiotika

Disiapkan medium produksi antibiotika dengan komposisi air rendaman jagung 3%, sukrosa 3%, CaCO₃ 0,5%, FeSO₄ 0,1%, MgCl₂ 0,2%, ZnSO₄ 0,01%, dan air suling steril hingga 100%. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 30°C dalam *rotary inkubator shaker*

dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam (Djamaan *et al.*, 2012).

Fermentasi sebanyak 50 ml masing-masing isolat bakteri yang telah disolasi, proses fermentasi dilakukan dalam labu Erlenmeyer volume 250 ml yang telah disterilisasi. Sebanyak 100 ml medium produksi antibiotika steril dimasukkan ke dalam masing-masing labu Erlenmeyer. Selanjutnya diinokulasikan sebanyak 1×10^5 sel per ml atau 5%v/v dari medium produksi. Dilakukan inkubasi pada suhu 30°C dalam *rotary shaker incubator* dengan kecepatan 120 rpm selama 48 jam. Setelah inkubasi selesai tahap selanjutnya adalah kultur fermentasi disentrifugasi pada kecepatan 5.000 rpm selama 15 menit (Djamaan *et al.*, 2012). Supernatan yang diperoleh diuji aktivitas antibakterinya terhadap mikroba uji *E.coli*, *S. aureus*, dan *C albicans*.

Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian antibiotika dari masing-masing bakteri dilakukan menggunakan metode kertas cakram dengan diameter 6 mm. Disediakan medium NA untuk bakteri dan SDA untuk jamur pada cawan petri. Selanjutnya masing-masing medium di dalam cawan petri dioleskan bakteri uji yaitu *S. aureus*, *E. coli* dan *C. albicans*. Kertas cakram Whatman no. 42 dicelupkan ke dalam supernatan, kering anginkan dan diletakan diatas medium NA dan SDA. Lalu diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam. Diameter daya hambat yang terbentuk diukur dengan bantuan Vernier kaliper digital (Madigan dan Matinko, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengisolasian jamur endofit dari berbagai organ tumbuhan *A. marina* disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa isolat jamur endofit dari tumbuhan mangrove *A. marina* ada 15 isolat masing masing lima dari organ akar, batang, daun. Keberadaan jamur pada tumbuhan ini dapat masuknya isolat ke dalam jaringan tumbuhan melalui pertumbuhan akar. Keberadaan jamur pada jaringan tumbuhan *A.marina* ini di dapatkan karena isolat jamur tersebut hidup dan bertahan hidup pada tumbuhan disebabkan tersedianya nutrisi dari

inangnya. Menurut Kanti dan Muhammad (2005), jamur endofit bersifat simbiosis mutualisme dengan tanaman inangnya. Manfaat yang diperoleh dari tanaman inangnya yakni meningkatkan laju pertumbuhan tanaman inang, tahan terhadap serangan hama, penyakit, atau kekeringan. Selain itu, jamur endofit dapat membantu proses penyerapan unsure hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis dan hasil fotosintesis dapat digunakan oleh jamur untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Hubungan yang erat jamur endofit dan tanaman inangnya yakni *transfer materi genetic* satu dengan lainnya.

Tabel 1. Isolat jamur endofit dari tumbuhan *Avicennia marina*

Organ	Jumlah Isolat	Jumlah Isolat Penghasil Antibiotika
Akar	5	4
Batang	5	1
Daun	5	-
Jumlah	15	5

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa lima isolat jamur endofit dari tumbuhan *A. marina*, penghasil senyawa antibiotika yakni isolat jamur FAA-2, FAA-3, FAB-3, FAA-4, FAA-5. Empat isolat di peroleh dari organ akar, satu isolat di peroleh dari organ batang tumbuhan *A. marina*. Jimmy dan Robert (2014), melaporkan bahwa Indonesia sebagai daerah tropis memiliki jumlah tumbuhan mangrove yang cukup besar. Hal ini memungkinkan bahwa jamur endofit di daerah tropis seperti di negara Indonesia menjadi sumber pencarian senyawa baru dengan aktivitas biologis yang menarik untuk dikembangkan sebagai bahan obat baru.

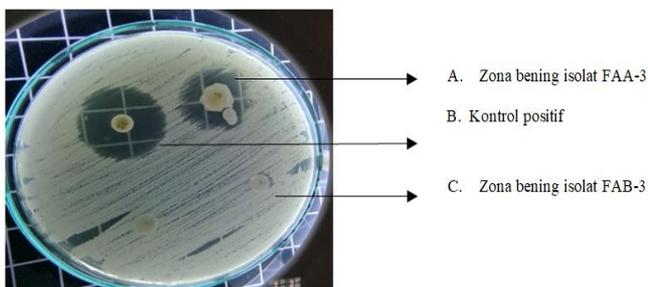
Pada Penelitian Yolanda *et al.* (2015), diperoleh jamur endofit miselium putih dan hitam. Kedua jenis jamur endofit tersebut diisolasi dari daun mangrove *A. marina*. Jamur endofit yang diisolasi dilakukan pengujian daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Shigella dysenteriae*. Penelitian Firidy *et. al.*, (2015) diperoleh jamur endofit berwarna hitam dan jamur endofit berwarna putih. Hasil uji aktivitas anti mikroba jamur endofit dari berbagai organ tumbuhan *A. marina* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji aktivitas antimikroba jamur endofit tumbuhan *A. marina*

No	Organ	Kode Isolat	Diameter Zona Hambat (mm)		
			<i>S.aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>C.albicans</i>
1	Akar	FAA	–	–	12
2	Akar	-2	–	–	24
3	Batang	FAA-	–	–	9
4	Akar	3	–	–	7
5	Akar	FAB -3	–	–	9
		FAA-4			
		FAA-5			

Tabel 2 menunjukkan bahwa empat isolat jamur endofit menghasilkan antibiotika yang mempunyai zona hambat hanya terhadap jamur uji *C. albicans* dengan zona hambat 7 mm sampai 24 mm. Isolat FAA-2 dengan zona hambat 12 mm, isolat FAA3 dengan zona hambat 24 mm, isolat FAB-3 dengan zona hambat 9 mm, isolat FAA-4 dengan zona hambat 7 mm, isolat FAA-5 zona hambat 9 mm. Berdasarkan zona hambat terlihat bahwa isolat FAB-3 dan FAA-5 memiliki zona hambat yang sama, hal ini di duga bahwa kedua isolat ini berasal dari jenis mangrove yang sama. Berbeda dengan yang dihasilkan oleh isolat FAA-2 dan FAA-3. memiliki zona hambat lebih dari 9 mm.

Isolat FAA 3 menghasilkan antibiotika dengan zona hambat tertinggi yakni 24 mm. Menurut Fitri (2010); Mulyadi *et al.*, (2013) bahwa penghasil antibiotika dengan zona hambat ≥ 20 mm dikategorikan penghasil antibiotika sangat kuat. Sedangkan antibiotika yang dihasilkan oleh FAA 2 termasuk kategori sedang, karena memiliki zona hambat 12 mm.



Gambar 2. Uji aktivitas antimikroba pada isolat FAA 3 terhadap *C. albicans*

Pada Tabel 2. dapat dilihat juga bahwa pada isolat jamur endofit dari tumbuhan *A.marina* tidak mempunyai aktivitas antimikroba terhadap bakteri uji *S.aureus* dan *E.coli*. Namun mempunyai aktivitas antimikroba terhadap *C. albicans*. Faktor penghasil antibiotika dipengaruhi oleh induser isolat jamur endofit FAA-3, FAB-3, FAA-2, FAA-4, FAA-5 yang mampu menghasilkan senyawa antibiotika yang mempunyai zona hambat terhadap *C. albicans*. Hal ini di duga bahwa isolat-isolat tersebut dapat di induksi dengan senyawa yang ada pada medium produksi antibiotika dimana air rendaman jagung yang terkandung dalam medium produksi menginduksi isolat-isolat tersebut sehingga menghasilkan senyawa antibiotika aktif yang hanya mampu menghambat *C. albicans*. Namun terdapat sejumlah isolat yaitu FAD-1, FAB-1, FAA-1, FAD-2, FAB-2, FAD-3, FAD-4, FAB-4, FAD-5, FAB-5 yang tidak terinduksi dengan air rendaman jagung tidak mampu menghasilkan senyawa antibiotika. Kemungkinan lain adalah tidak adanya gen-gen pengkode pada isolat FAD-1, FAB-1, FAA-1, FAD-2, FAB-2, FAD-3, FAD-4, FAB-4, FAD-5, FAB-5 yang berfungsi sebagian dalam biosintesis antibiotika.

Menurut Crueger dan Crueger (1984) menyebutkan mikroba dapat menghasilkan antibiotika jika mikroba tersebut mengandung gen-gen yang mengkode antibiotika dan biosintesis antibiotika terjadi jika adanya induser/presekutor. Antibiotika yang terekspresi ini disebabkan adanya presekutor, diduga air rendaman jagung adalah sebagai penginduksi terbentuknya antibiotika.

KESIMPULAN

Isolasi jamur endofit dari tumbuhan *Avicennia marina* diperoleh lima belas isolat dari organ akar, batang, daun dan 4 isolat dari organ akar sebagai penghasil antibiotika, satu isolat dari organ batang sebagai penghasil antibiotika dan dari uji aktivitas antimikroba jamur endofit tumbuhan *A. marina* diperoleh 5 isolat memiliki zona hambat tertinggi 24 mm yakni pada isolat FAA - 3 terhadap mikroba uji *C. albicans*. Dan dari uji kualitatif metabolit

sekunder diperoleh dua pada isolat jamur pada organ daun, yakni FAD 2 dan FAD 3 yang dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly A. H., A. Debbab, and P. Proksch. 2011. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Appl Microbiol biotechnol*. 90:1829-1845.
- Alimuddin, W, J., Asmara, W. & Mustofa. 2011. Antifungal Production of Strain of Actinomycetes spp Isolated from the Rhizosphere of Cajuputi Plant: Selection and Detection of Exhibiting Activity Against Tested Fungi, *Indonesian Journal of Biotechnology*, 16, (1), 1-10.
- Carroll, G. 1988. *Fungal endophytes in stem and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont*. Ecology, 62:2-9.
- Crueger, W., Crueger, A. 1984. *Biotechnology : A Textbook of Industrial Microbiology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- Duke, N. C. A. 1991. systematic revision of the mangrove genus *Avicennia* (Avicenniaceae) in Australasia. *Australian Systematic Botany*. 4. 229-334.
- Dinas Kehutanan Indragiri. 2013. <http://www.kabupatenindragiri.go.id>.
- Feng, Y., Li, X. M., Duan, X. J. and Wang, B. G. 2006. Iridoid glucosides and flavones from the aerial parts of *Avicennia marina*. *J.Chem Biodiversity* 3.799-806.
- Djamaan, A. 2011. *Konsep Produksi Biopolimer P(3HB) dan P(3HB-ko-3HV) Secara Fermentasi*. Padang: Andalas University Press.
- Djamaan, A., Agustien, A., & Yuni, D. 2012. Isolasi bakteri endofit dari tumbuhan surian (*Toona sureni blome. M*) yang berpotensi sebagai anti bakteri. *Jurnal Bahan Alam Indonesia* 8 (1): 37-40.
- Fitri, L. 2010. Kemampuan Daya Hambat Beberapa Macam Sabun Antiseptik Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Edukasi*, 2(2): 1-7.
- Gandjar, Indrawati. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta : UI Press.
- Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Miller, W. G., Sikora, R. A., and Lindow, S. E. 2001. Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. *Phytopathol*. 91(4): 415-422.
- Hilmi, E dan Amir, S.A. 2011. Konservasi Sumber daya Mangrove dalam upaya Pengurangan Resiko Bencana di Pesisir. *Prossiding Semnas Lingkungan Hidup*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Jawetz, B., Melnick, J. L., and Adelberg, E. A. 1995. *Mikrobiologi Kedokteran* Edisi 20. Penerjemah: N. Edi & Maulany, R.F. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Jawetz, B., Melnick, J. L., & Adelberg, E. A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika.
- Jimmy, P. and R.A. Bara. 2014. Activity Analysis of Endophytes derived from Mangrove *Avicennia marina* Growing at Tasik Ria Minahasa.
- Kanti. A and I Muhammad. 2005. Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Relung Rhizosphere Tanaman Di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Timor, NTT. Bidang Zoologi. Pusat Penelitian Lipi. Cibinong.
- Kitamura, S. 2003. Buku Panduan Mangrove di Indonesia Terjemahan dari Handbook of Mangroves in Indonesia.
- Kloepper, J. W., Rodriguez-Kabana, R., Zehnder, G. W., Murphy, J. F., Sikora, E., and Fernandez, C. 1999. Plant root-bacterial interactions in biological control of soilborne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases. *Aus. Plant Pathol*. 28(1): 21-26.
- Kumala, S., and Nur A. F. 2008. Penapisan Kapang Endofit Ranting Kayu Meranti Merah (*Shorea balangeran* Korth.) sebagai Penghasil Enzim Xilanase. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6: 1-6.
- Lingga, R. 2010. Uji nematisidal jamur endofit tanaman padi (*Oryza sativa* L.) terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp). *Skripsi*, Universitas Sumatera Utara.
- Li, H., Xueshi, H., Dahse, H. M., Moellmann, U., Grabley, S., Wenhan, L. and Sattler, I.

2008. *New Abietane Diterpenoids from the Mangrove: Avicennia marina*. Stuttgart, Allemagne, Thieme.
- Margino, S. 2008. Produksi Metabolit Sekunder (Antibiotik) oleh Isolat Jamur Endofit Indonesia. *Majalah Farmasi Indonesia*, 19, 86-94.
- Mc Clenny, N. 2005. Laboratory detection and identification of *Aspergillus* species by microscopic observation and culture: The traditional approach dalam *Medical Mycology Supplement 1* (43) S125/S128.
- Madjowa, H., Posangi, J. and Rompas, R. 2000. M. Studi etnofarmakologi organisme laut yang terdapat dari Pulau Mantehage. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Unsrat. Hal.90.
- Madigan, T. M., and Matinko, J. M. 2006. *Brock Biology of Microorganisms* 11th edition. Pearson Prentice Hall, London.
- Mulyadi, M., Wuryanti., & Ria, P. S. 2013. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Kadar Sampel Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dalam Etanol Melalui Metode Difusi Cakram. *Chem Info*, 1(1): 35-42.
- Nursanty, R., & Suhartono. 2012. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Antimikroba Bakteri Endofit Asal Tumbuhan Johar (*Cassia siamea* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi* 4(1): 7-10.
- Prihatiningtias, W., 2005. Senyawa bioaktif Fungi Endofit Akar kuning (*Fibraurea chloroleuca* Miers) sebagai senyawa antimikroba. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana UGM.
- Purwanto. 2005. Isolasi dan identifikasi senyawa penghambat polimerisasi hem dari fungi endofit tanaman *Artemisia annua* L. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 2(3): 113-126.
- Rusila, Y.N., Khazali, M., Suryadiputra, I.N.N. 2006. *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetlands Internasional Indonesia Programme.
- Rozaliyani, A. 2004. Kandedidemia pada Neonatus dan Profil Resistensi *Candida* spp. Terhadap Derivat Azol. *Tesis*. Jakarta: Magister Program Studi Ilmu Biomedika Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Stafford A., P. Morris, MW. Fowler. 1986. Plant cell Biotchnology: Aperspective. *Enzyme Microbial Tech.* 8: 578-597.
- Strobel.G., Daisy, B., Castillo, U. & Harper, J. 2004. Natural Products from Endophytic Mikroorganisms. *Journal Nat. Prod* 67: 257-268.
- Sturz, A. V., Christie, B. R., and Nowak, J.2000. Bacterial endophytes: Potential role in developing sustainable systems of crop production. *Crit. Rev. Plant Sci.* 19: 1-30.
- Suciati, A., Wardiyanto, & Sumino. 2012. Efektifitas ekstrak daun *Rhizophora mucronata* dalam menghambat pertumbuhan *Aeromonas salmonicida* dan *Vibrio harveyi* *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya*, 1, 1-8.
- Taechowisan.T., Lu.C., Shen. Y.,Lumayong.S. 2005. 4-Arylcoumarins from *endophytic Steptomyces aureofaciens* CMUAc130 and Their Antifugal Activity. *Annal of Microbiology* Vol.55. 63-66.
- Ulfa, R 2014. Pengaruh Ekstrak Jamur Endofit dari Tumbuhan Raru (*Cotylelobium melanoxylon*) terhadap Pertumbuhan Mikroba Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Jurusan Biologi FMIPA Unimed. Medan.
- Waluyo, Lud. 2007. *Mikrobiologi Umum*. Malang : UMM Press.
- Wibowo, E dan I. Riniatsih. 2009. Substrat Dasar dan Parameter Oseonagrafi Sebagai Penentu Keberadaan Gastropoda dan Bivalvia di Pantai Slike Kabupaten Rembang. *Journal Indonesian of Marine Science*. Vol 14. No.1.
- Yolanda.A.K. Posangi. J. Bara. R. 2015. Efek antibakteri jamur endofit daun mangrove *Avicennia marina* terhadap bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Shigella dysenteriae*. *Journal e.Biomedik*. Vol 3. No 1.