

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

I. Eksplorasi Jamur yang berasosiasi dengan Mangrove

1.1. Koleksi sample

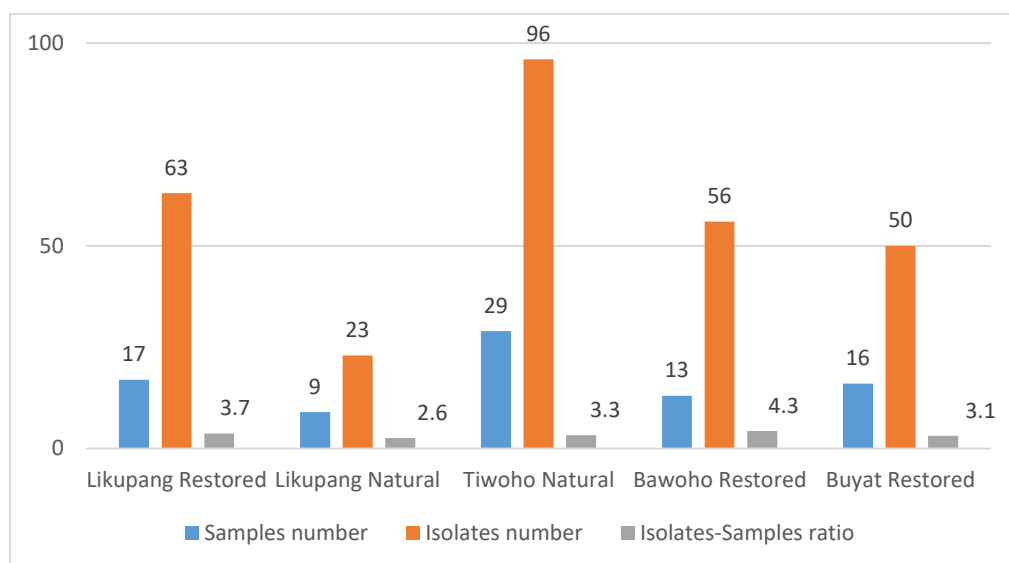
Sampel mangrove dikoleksi dari 5 lokasi berbeda di provinsi Sulawesi Utara seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Jenis mangrove yang telah dikumpulkan adalah *Rhizophora* sp., *Avicenia* sp., *Sonneratia* sp. dan *Lumnitzera* sp.



Gambar 1. Peta wilayah studi di Manado, Sulawesi Utara. Sampling dilakukan di lima lokasi ; Likupang-Restorasi, MSr (1); Likupang-Natural, MSn (2); Tiwoho Natural, MT (3); Bawoho-Restorasi , MBa (4); dan Buyat- Restorasi, MB (5).

C.1.2. Isolasi jamur asosiasi bakau

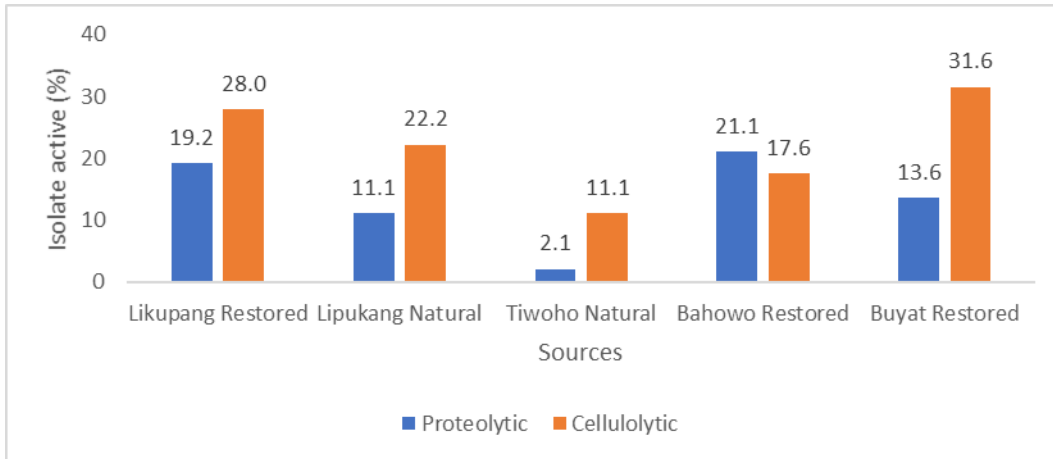
Jumlah total sampel yang dikumpulkan adalah 84 dari seluruh area seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Jumlah sampel tertinggi dikumpulkan dari Tiwoho Natural dengan 29 spesimen diikuti oleh Likupang Restorasi dan lokasi Buyat Restored, yang masing-masing 17 dan 16 sampel, masing-masing. Kawasan Alam Tiwoho adalah lokasi yang paling menarik dengan keanekaragaman sampel mangrove yang diperoleh. Kawasan ini merupakan bagian dari Taman Nasional Bunaken yang merupakan kawasan hutan bakau dan ekologi. Jumlah total jamur yang berhasil diisolasi adalah 281 isolat. Rasio dari 4 lokasi (MSr, MSn, MT, MBa, MB) menunjukkan bahwa rasio asosiasi jamur dengan jumlah sampel adalah sekitar 2,6 hingga 3,7. Menariknya, rasio tertinggi diamati di Buyat Restored yaitu 4.3.



Gambar 2. Jumlah sampel yang dikumpulkan dari beberapa lokasi di Sulawesi Utara, dan rasio sampel jamur dan jamur mereka.

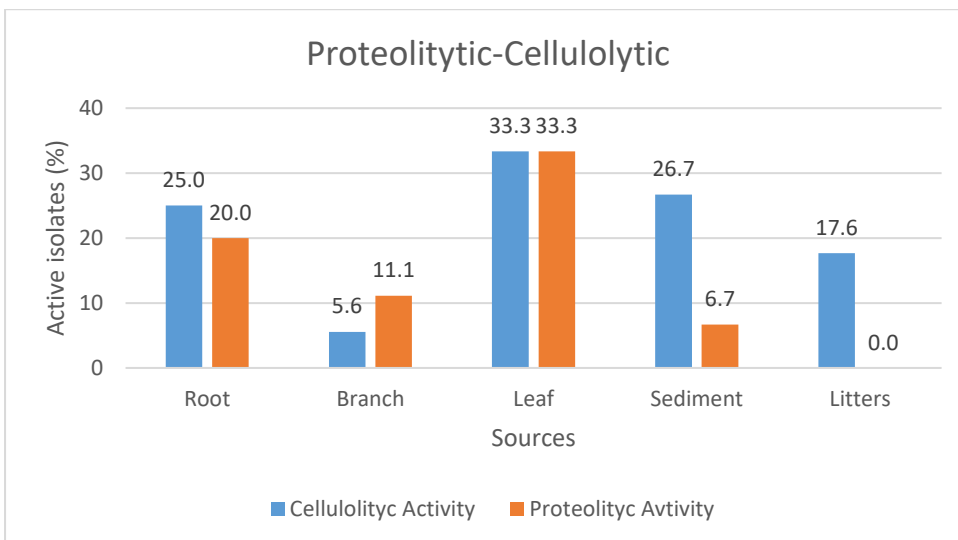
C.1.3. Aktivitas selulolitik dan proteolitik isolat jamur

Jamur isolat yang memiliki aktivitas selulolitik dan proteolitik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda dalam menghasilkan enzim. Persentase enzim selulolitik adalah 2,1% hingga 21,1%. Selain itu, persentase enzim proteolitik diidentifikasi pada 11,1% hingga 31,6%. Lokasi di Likupang dipulihkan dan Bahowo Dipulihkan memiliki produksi enzim yang lebih tinggi daripada tempat lain. Sebagai contoh, di Tiwoho Natural yang dekat dengan Taman Nasional Bunaken memiliki produksi enzim yang rendah. Namun, kami melaporkan data enzim berdasarkan bagian isolasi mangrove seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Ini menunjukkan bahwa daun menunjukkan 33,3% enzim proteolitik dan selulolitik. Diikuti oleh akar adalah 25% dari selulolitik dan 20% dari enzim proteolitik. Pada bagian tandu tidak memiliki aktivitas selulolitik.

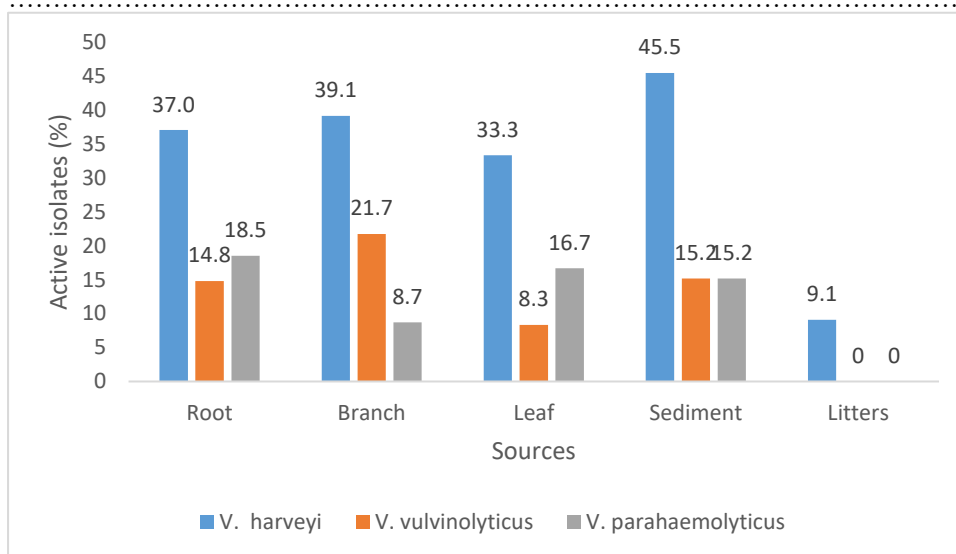


Gambar 3. Jamur memiliki aktivitas selulolitik dan proteolitik (%).

Isolat jamur yang diisolasi dari berbagai bagian mangrove mempunyai aktivitas yang berbeda-beda (Gambar 4). Isolat dari daun merupakan isolat paling aktif dimana 33,3% menghasilkan enzim proteolitik dan selulolitik. Diikuti oleh isolat dari akar adalah 25% dari selulolitik dan 20% dari enzim proteolitik. Pada bagian tandu tidak memiliki aktivitas selulolitik.



C.1.4. Skrining isolat sebagai anti-Vibrio



Hasil uji aktivitas antimikroba dari isolat jamur yang terhadap *V. harveyi*, *V. vulvinolyticus*, dan *V. paramahaemolyticus* adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Berdasarkan lokasi sumber isolat, sebagian besar dari mereka memiliki aktivitas antimikroba dengan variasi kemampuan. Sebanyak 47,6% jamur dari Bawoho-Restored memiliki aktivitas antimikroba terhadap *V. harveyi*, 20% jamur dari Likupang Natural memiliki aktivitas antimikroba terhadap *V. vulvinolyticus* dan 45,1% jamur dari Tiwoho Natural memiliki aktivitas antimikroba terhadap *V. parahaemolyticus*. Sebagian besar isolat dari memiliki aktivitas antimikroba yang kuat terhadap *V. harveyi*, *V. vulvinolyticus*, dan *V. paramahaemolyticus*.

Tidak ada aktivitas antimikroba terhadap *V. vulvinolyticus*, dan *V. paramahaemolyticus* diamati pada bagian Litters. Aktivitas terkuat diselidiki pada endapan jamur terhadap *V. harveyi* pada 45,5%.

C.1.5. Identifikasi Molekuler

Tabel.1. Hasil Identifikasi Isolat Aktivitas Proteolitik dan Selulolitik

Kode Isolat	Sumber	Bioaktivitas	Identifikasi Isolat	Homologi
19 Msn-C4-3	Jamur Avicenia	Proteolitik	<i>Fusarium equiseti</i>	
19 Mba-C2-4	Daun Avicenia	Proteolitik	<i>Pestalotiopsis theae</i>	
19 Mba-C2-1	Daun Avicenia	Proteolitik	<i>Fusarium equiseti</i> strain HS2	
19 MSr-B3-4	Akar Soneratia	Sel dan Pro	<i>Fusarium equiseti</i>	
19 MB-C5-3	Gastropoda panjang	all <i>Vibrio</i> dan Pro	<i>Aspergillus niger</i>	
19 MSr-B3-5	Akar Soneratia	Proteolitik	<i>Pestalotiopsis microspora</i> PKT2	99.41%
19 MSn-C4-4	Jamur Avicenia	Proteolitik	<i>Fusarium equiseti</i>	99.64%
19 MT-24-05	Sampah Rhizopora	Selulolitik	<i>Aspergillus aculeatus</i>	
19 MB-B7-4	Serasah Rhizopora	Selulolitik	<i>Nigrospora sphaerica</i> strain CL-OP30	100%
19 MSr-B3-4	Akar Soneratia	Sel dan Pro	<i>Fusarium equiseti</i>	

19 MSr-C4-3	Sedimen Rhizopora	Selulolitik	Diaporthe stewartii voucher INBio:154C	99.46%
19 MT-05-3	Sedimen	Selulolitik	Hypocreales sp.	99.47%
19 MT-10-2	Daun Rhizopora	Selulolitik	Aspergillus aculeatus	
19 MSr-B2-3	Daun Soneratia	Selulolitik	Hypocrea jecorina voucher HR241489.1 partial	99.84%

F. equiseti mempunyai karakteristik; mycelia tumbuh perlahan. Makrospora diproduksi. Pigmen ungu. Zonasi. Seprai hifa. Miselium berbulu. Warna pink meningkat. Pertumbuhan radial. Batas zonasi tidak jelas. Mycelia kekuningan. Jamur ini dilaporkan sebagai patogen pada kapas (I. B.Chimbekujwo, 2000).

Spesies *Pestalotiopsis* umum tumbuh di daerah beriklim tropis dan sedang. *Pestalotiopsis* umumnya berada pada jaringan daun, ranting dan kulit tanaman inang selain itu juga dapat diisolasi dari tanaman mati dan tanah. Suhu optimal untuk pertumbuhan 25–30 ° C. morfologinya berwarna putih, padat dan tebal (Clovis Douanla-Meli & Ewald Langer, 2009)

Aspergillus niger adalah spesies jamur yang dapat hidup dimanapun di lingkungan alami, terutama di lingkungan yang hangat dan lembab. Kelimpahan *A. niger* yang tinggi di banyak lingkungan disebabkan oleh pertumbuhannya yang cepat dan suhu yang luas dan toleransi pH. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa *A. niger* dapat tumbuh pada kisaran suhu 6–47 ° C dan tetap aktif pada kisaran pH yang sangat luas yaitu 1,4–9,8 (Liu, H. et al., 2019).

Pestalotiopsis microspora adalah jamur endofit. Jamur endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas farmakologis antibakteri dan antitumor. Jamur endofit *Pestalotiopsis microspora* digunakan untuk mengubah asam asiatik dalam upaya untuk dapatkan beberapa senyawa baru dan bermanfaat untuk farmakologis lebih lanjut. Biotransformasi AA oleh *Pestalotiopsis microspora* melibatkan hidrosilasi, oksidasi, reduksi dan esterifikasi (Gao et al., 2017).

A. aculeatus dapat dengan mudah tumbuh di media sintesis, memungkinkan untuk kultur skala besar dan kemungkinan penggunaan dalam produksi pabrik. *A. aculeatus* berpotensi diterapkan untuk memulihkan tanah yang terkontaminasi Cd dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap Cd (Fu, Jinmin, 2019).

Nigrospora sphaerica merupakan endofit pada beberapa tumbuhan dan organisme laut memiliki Conidia halus, coklat tua ke hitam, soliter, aseptate dan berukuran 13,3–19,7 × 10,8–17,8 µm (Mohd, M. H. et al., 2019). *N. sphaerica* telah ditemukan sebagai sumber biologis metabolit sekunder aktif, termasuk diterpen, diketopiperazines, dan nigrosporolides. Dari senyawa yang ditemukan, terdapat aktivitas Antileukemic, antileishmanial, antijamur dan aktivitas antibakteri dari senyawa yang terisolasi (Ross, Samir A. et al. 2014).

Spesies fitopatogenik *Diaporthe* dikaitkan dengan sejumlah penyakit kedelai termasuk pembusukan benih, busuk dan busuk batang dan kanker batang dan menyebabkan tanaman yang cukup kerugian produksi di seluruh dunia (Castlebury, Lisa A, 2015). Beberapa spesies *Diaporthe* dapat berupa endofit yang patogen atau tidak berbahaya tergantung pada inangnya dan kesehatannya (Kuhn, Raquel Cristine. et al., 2019).

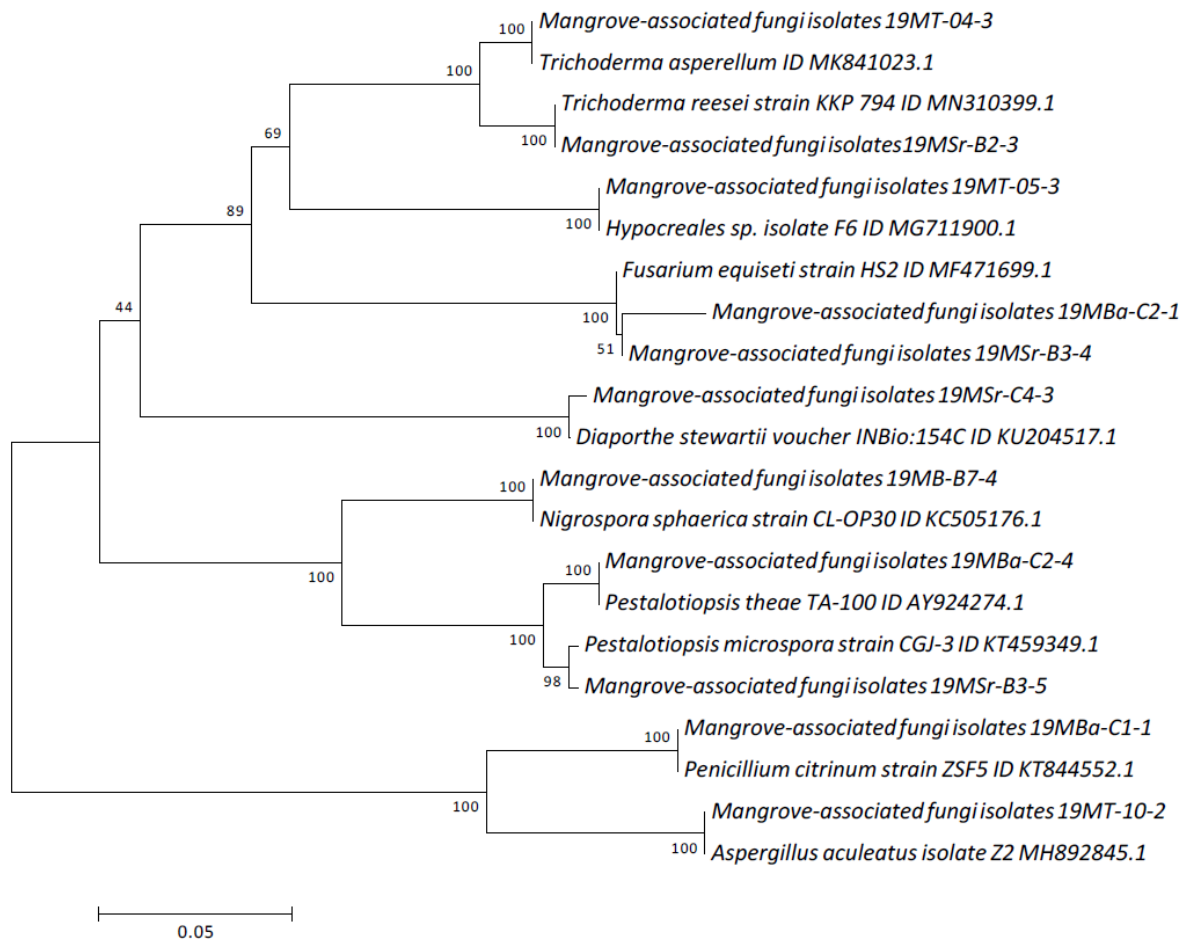
Hypocrea jecorina, teleomorph seksual dari *Trichoderma reesei*, telah lama disukai sebagai produsen industri selulase. Salah satu mekanisme seleksi yang paling banyak digunakan di transformasi H. Jecorina adalah pertumbuhan pada asetamin sebagai satu-satunya sumber nitrogen. Dinding sel

hypocrea jecorina adalah dicerna dengan campuran enzim pengikat sel di hadapan osmotik stabilisator untuk mencegah sel-sel yang rapuh dari pelisis karena perbedaan osmotik (Decker, Stephen R. et al., 2015)

Tabel.2. Hasil Identifikasi Isolat Aktivitas anti-Vibrio

Kode Isolat	Sumber	Bioaktivitas	Identifikasi Isolat	Homologi
19 MT-04-3	Akar Propagul Rhizopora	Semua Vibrio	Trichoderma viride	
19 Mba-C1-1	Batang Avicinia	Semua Vibrio	Penicillium citrinum strain J	100%
19 MB-C5-3	Gastropoda panjang	Semua Vibrio dan Proteolitik	Aspergillus niger	
19 MB-C5-3	Gastropoda panjang	Semua Vibrio	Fusarium equiseti	
19 MSr-A5-3	Stomata	Semua Vibrio	Nigrospora sp. 1-00002-3	
19 MB-B4-1	Sedimen dekat Lumnitzera	Semua Vibrio	Nigrospora sp. 1-00002-3	99.82%

Trichoderma viride memiliki kemampuan dalam mengontrol pertumbuhan tanaman secara pertanian dan menguntungkan yang berkontribusi terhadap pengelolaan nutrisi dan biokontrol. Ketika *Azotobacter chroococcum* dan *Trichoderma viride* dikultur bersama, mereka membentuk biofilm, yang telah terbukti menjanjikan sebagai inokulan di beberapa tanaman; *Trichoderma* adalah jamur berfilamen penting, yang diselidiki dan digunakan untuk potensi biokontrol terhadap patogen tanaman (Prasanna, Radha. et al., 2019).



Penicillium citrinum dinilai sebagai produsen potensial lipase yang berikatan dengan miselium dan aktivitas katalitiknya diselidiki menghasilkan asam lemak tak jenuh ganda terkonsentrasi dari minyak nabati (Andrade, Grazielle S. S. et al., 2019) Dua dimer sitrinin baru bernama dicitrinones E dan F (1 dan 2), dengan satu monomer sitrinin yang diketahui secara biogenetika (3), diisolasi dari jamur turunan laut *Penicillium citrinum* HDN-152-088 (Li, Dehai. et al., 2019)

Nigrospora sp. BCC 47789 dapat menghasilkan hydroanthraquinone baru yaitu nigrosporone A (1), dan nigrosporone B (2) yang baru terbentuk secara alami, bersama dengan sebelas senyawa yang diketahui. Jamur Endofit dalam genus *Nigrospora* telah dilaporkan kaya akan sumber metabolit sekunder yang menunjukkan berbagai aktivitas biologis, misalnya nigrosporin antibakteri, dan turunan antrakuinon, griseofulvin antijamur, nigrosporida penghambat pertumbuhan tanaman, phomalactones, dan lakton fitotoksik (Thongpanchang, Chawanee. et al., 2018).

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

D. 1. Seminar Internasional

1. Seminar internasional di ICTRED V telah dilaksanakan di Semarang sebagai penyaji makalah (oral presenter) dengan judul : EXPLORATION OF FUNGI AS SOURCE PROTEASES FROM MANGROVE ECOSYSTEM IN MANADO.

2. 5th International Mangrove, Macrobentos, and Mangement Meeting di Singapore (Poster Presentation)



3. "Ecological and socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation System" 15-20 Sept 2019. Goettingen University.

D.2. Jurnal Internasional

Sampai dengan tahap ini draft jurnal telah dikirim ke panitia ICTRED untuk direview dilevel panitia. Selanjutnya jurnal akan diterbitkan pada jurnal : Biodiversitas atau Research Journal of Chemistry and environment. Penyelenggara ICTRED V telah melakukan MoU dengan pengelola kedua jurnal tersebut untuk publikasi paper yang dipresentasikan dalam Seminar tersebut.

D.3. Patent

Saat ini draft paten sedang dalam proses finishing. Bidang Teknik Invensi berhubungan dengan Isolat jamur *Trichoderma viride* 19 MT-04-3 yang mampu menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi*, *V. parahaemolyticus* dan *V. vulnificus* sehingga dapat digunakan sebagai sebagai Agen Bioremediasi Tambak. Selain itu, Isolat jamur

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

Mitra penelitian dari Edinburg Napier University (ENU) membantu dalam kick off penelitian dan koordinasi antar peneliti baik di Manado maupun di Bogor. Pihak partner juga berkoordinasi dan membantu dalam pembiayaan untuk survey awal dan penentuan stasion dan transek penelitian.

.....

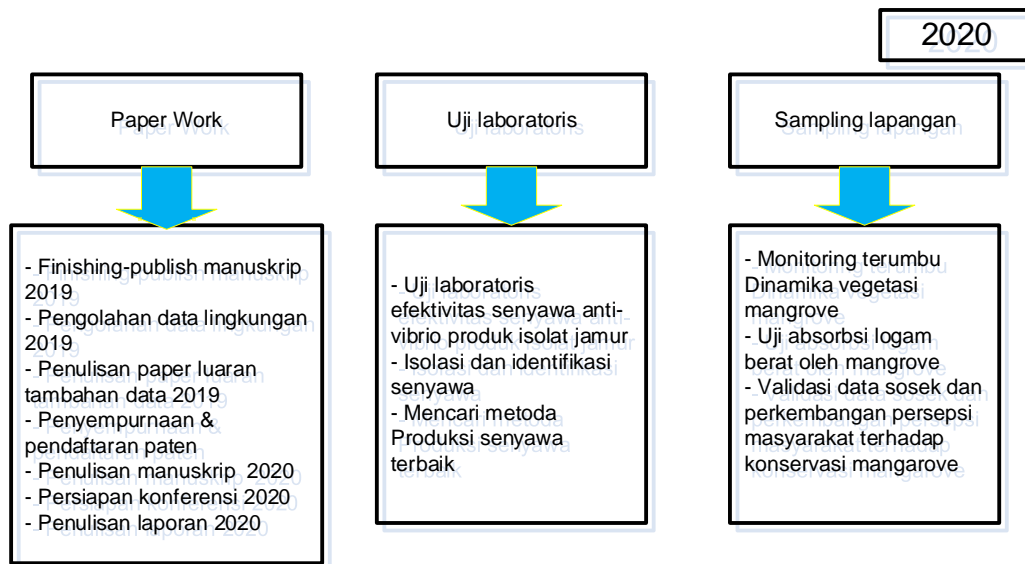
F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Penelitian ini melibatkan dua tim besar yaitu Tim dari Inggris (Edinburg Napier University (ENU) , University of Newcastle Upon Tyne- UK, dan Northumbria University) dan Tim Indonesia (UNDIP, UNSRAT dan UNTAD). Hasil akhir yang ditargetkan oleh tim penelitian ini ada tentang metoda konservasi mangrove yang tervalidasi sehingga membutuhkan data besar serta penentuan lokasi yang mewakili untuk studi tersebut. Akibatnya, proses penentuan lokasi dan koordinasi penelitian agak lambatkonsekuensinya sampling dan analisa data juga sedikit terlambat. Permasalahan terberat adalah adanya bencana alam (Gempa bumi, likuvasi dan tsunami) yang merusak peralatan lab di UNTAD menyebabkan proses penelitian sangat lambat.

.....

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Pada tahap selanjutnya akan dilaksanakan kegiatan yang belum tuntas pada tahun ini yaitu: 1. Analisis data inventarisasi vegetasi mangrove. 2. Uji kandungan logam berat. Adapun rencana yang sesuai dengan rencana awal yaitu kegiatan penulisan publikasi dan paten, uji laboratorium dan sampling data lapangan. Secara ringkas rencana kegiatan pada tahun 2020 dapat pada gambar dibawah.



H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

[1] I. B. Chimbekujwo Rev. Biol. Trop Vol 48 N. 1 San Jose Mar. 2000

[2] Clovis Duoanla-Melli and Ewald Langer. 2009. Pestalotopsis theae (Ascomycota, Amphispheariaceae) on seeds of Diopyros crassiflora. Mycotaxon Journal, 107, pp. 441-448

[3] Liu, Hongfang. et al., 2019. Study of the corrosion behaviour of Aspergillus niger on 7075-T6 aluminium alloy in a high salinity environment. Bioelectrochemistry, 129, pp 10-17

[4] Sun, Di-An. et al., 2017. Selective oxidation-reduction and esterification of asiatic acid by Pestalotopsis microspora and anti-HCV activity, Phytochemistry Letters, 19, pp.108-113

[5] Fu, Jinmin. et al., 2019. Characterization of the Cd-resistant fungus Aspergillus aculeatus and its potential of increasing the antioxidant activity and photosynthetic efficiency of rice. Ecotoxicology and

Environmental Safety, 171, pp. 373-381

[6] Mohd, M. H. et al., 2019. First report of reddish brown spot disease of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) caused by *Nigrospora lacticola* and *Nigrospora sphaerica* in Malaysia. *Crop Protection*, 122, pp. 165-170

[7] Ross, Samir A. et al. 2014. Nigrosphaerin A a new isochromene derivative from the endophytic fungus *Nigrospora sphaerica*. *Phytochemistry Letters*. 7, pp. 1-5

[8] Castlebury, Lisa A. 2015. The *Diaporthe sojae* species complex: Phylogenetic re-assessment of pathogens associated with soybean, cucurbits and other field crops. *Fungal Biology*. 119, pp. 383-407

[9] Kuhn, Raquel Cristine. et al., 2019. Antifungal and antibacterial activity of extracts produced from *Diaporthe schini*. *Journal of Biotechnology*. 294, pp. 30-37

[10] Decker, Stephen R. et al., 2015. Heterologous protein expression in *Hypocrea jecorina*: A historical perspective and new developments. *Biotechnology Advances*. 33, pp. 142-154

[11] Prasanna, Radha. et al., 2019. Transcriptome profiling provides insights into regulatory factors involved in *Trichoderma viride*-*Azotobacter chroococcum* biofilm formation. *Microbial Research*. 227

[12] Andrade, Grazielle S. S. et al., 2019. Mycelium-bound lipase from *Penicillium citrinum* as biocatalyst for the hydrolysis of vegetable oils. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 22

[13] Li, Dehai. et al., 2019. Dicitrinones E and F, citrinin dimers from the marine derived fungus *Penicillium citrinum* HDN-152-088. *Tetrahedron Letters*. 60

[14] Thongpanchang, Chawanee. et al., 2018. Bioactive hydroanthraquinones from endophytic fungus *Nigrospora* sp. BCC 47789. *Phytochemistry Letters*. 24, pp. 46-50

[15] Sivakumar, T., 2013. A review on biodiversity of marine and mangrove fungi. , 1(1), pp.26–44.