

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR PELARUT FOSFAT PADA
SUBSTRAT MANGROVE DI SEKITAR KAWASAN IBU KOTA
NUSANTARA (IKN)**

**GINA MUTMAINNAH
M021201032**



**PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR PELARUT FOSFAT PADA
SUBSTRAT MANGROVE DI SEKITAR KAWASAN IBU KOTA NUSANTARA
(IKN)**

GINA MUTMAINNAH

M021201032

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam Rangka penyelesaian Sarjana S-1 Rekayasa Kehutanan Pada 20 Agustus 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

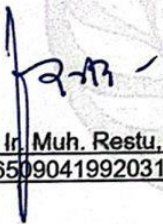
Program Studi Rekayasa Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

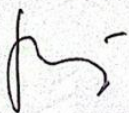
Menyetujui,

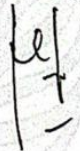
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping I,


Pembimbing Pendamping II,


Prof. Dr. Ir. Muh. Restu, M.P.
NIP. 196509041992031003


Gusmiaty, S.P., M.P.
NIP. 197911202009122002


Dr. Retno Prayudyaningsih, S.Si., M.Sc.
NIP. 197411292001122003

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Dr. Ir. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P.
NIP 198202092015042002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR PELARUT FOSFAT PADA SUBSTRAT MANGROVE DI SEKITAR KAWASAN IBU KOTA NUSANTARA (IKN)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Restu, MP. sebagai pembimbing utama, Ibu Gusmiaty, S.P., M.P. sebagai pembimbing pendamping, dan Dr. Retno Prayudyaningsih, S.Si., M.Sc. sebagai pembimbing). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan peraturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 20 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Gina Mutmannah

ABSTRAK

GINA MUTMAINNAH. ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR PELARUT FOSFAT PADA SUBSTRAT MANGROVE DI SEKITAR KAWASAN IBU KOTA NUSANTARA (IKN) di bawah bimbingan Muhammad Restu, Gusmiaty, dan Retno Prayudyaningsih.

Mangrove merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut yang mana sumber daya alam nya memiliki arti penting pada ekosistem hewani dan biota laut. Tanah mangrove menyediakan ceruk ekologi yang unik untuk pertumbuhan keanekaragaman mikroba potensial di berbagai bidang kehidupan yang memainkan peran penting dalam proses dan pengaplikasian pada lingkungan. Mikroba potensial tersebut salah satunya yaitu jamur pelarut fosfat. Golongan jamur ini dapat digunakan sebagai pupuk hayati atau biofertilizer yang merupakan hasil dari rekayasa bioteknologi di bidang ilmu tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jamur pelarut fosfat dari substrat mangrove daerah Delta Mahakam dan Teluk Balikpapan di kawasan sekitar Ibu Kota Nusantara (IKN) menggunakan media selektif (pikovskaya). Parameter yang diamati yaitu jumlah kepadatan populasi jamur pelarut fosfat, indeks kelarutan fosfat, dan identifikasi makroskopis dan mikroskopis pada jamur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 32 isolat jamur pelarut fosfat yang ditemukan beberapa diantaranya memiliki ciri makroskopis yang sama, sehingga hanya 17 isolat yang diidentifikasi hingga mikroskopis. Perhitungan jumlah kepadatan populasi dari substrat mangrove di sekitar kawasan Ibu Kota Nusantara (IKN), diperoleh data terendah yaitu sebesar $0,5 \times 10^2$ cfu/ml, sedangkan jumlah populasi tertinggi yaitu sebesar 3×10^2 cfu/ml. Jamur dengan genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, dan *Trichoderma* merupakan jamur yang telah diidentifikasi sebagai jamur pelarut fosfat.

Kata Kunci: Mangrove, Mikroba Pelarut Fosfat, Jamur Pelarut Fosfat, Pikovskaya

ABSTRACT

GINA MUTMAINNAH. ISOLATION AND IDENTIFICATION OF SOLVING MANGROVE SUBSTRATES AROUND THE CAPITAL AREA OF THE ARCHIPELAGO (IKN) under the guidance of Muhammad Restu, Gusmiaty, dan Retno Prayudyaningsih.

Mangrove is a transitional ecosystem between land and sea where its natural resources have an important meaning for animal ecosystems and marine biota. Mangrove soil provides a unique ecological niche for the growth of potential microbial diversity in various fields of life that play an important role in the process and application in the environment. One of these potential microbes is phosphate-solubilizing fungi. This group of fungi can be used as biofertilizers which are the result of biotechnology engineering in the field of soil science. This study aims to isolate and identify phosphate-solubilizing fungi from mangrove substrates in the Delta Mahakam and Balikpapan Bay areas in the area around the Indonesian Capital City (IKN) using selective media (pikovskaya). The parameters observed were the number of phosphate-solubilizing fungal population densities, phosphate solubility index, and macroscopic and microscopic identification of fungi. The results showed that of the 32 isolates of phosphate-solubilizing fungi found, some of them had the same macroscopic characteristics, so that only 17 isolates were identified to the microscopic level. Calculation of the population density of mangrove substrates around the Indonesian Capital City (IKN) area, obtained the lowest data of 0.5×10^2 cfu/ml, while the highest population number was 3×10^2 cfu/ml. Fungi with the genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, and *Trichoderma* are fungi that have been identified as phosphate-solubilizing fungi.

Keywords: Mangrove, Phosphate Solubilizing Microbes, Phosphate Solubilizing Fungi, Pikovskaya

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas anugrah dan kasih yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir skripsi yang berjudul “**Isolasi dan Identifikasi Mikroba Potensial Jamur Pelarut Fosfat Pada Substrat Mangrove Di Sekitar Kawasan Ibu Kota Nusantara (IKN)**” guna memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Ucapan terimakasih yang tak terhingga penulis ucapkan kepada yang terhormat dan tercinta Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Restu, MP** dan Ibu **Gusmiaty, S.P., M.P** selaku pembimbing internal dari Fakultas Kehutanan, serta Ibu **Dr. Retno Prayudyaningsih, S.Si., M.Sc** selaku pembimbing eksternal dari Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN), yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan, membantu, dan mendampingi penulis dalam menyelesaikan penelitian serta penulisan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan persembahan kecil yang penulis berikan kepada yang terkasih dan tercinta yaitu untuk kedua orang tua Ayahanda **Lukman, S. S.Pd., M.Pd**, dan Ibunda **Dra. Hapidah**, serta kedua kakak kandung **Apt. Maulidani Bachcen Noor, S.Farm** dan **Bismar Himawan, S.Pi., M.Si**, serta segenap **Keluarga Besar** yang telah memberikan motivasi, dukungan, doa serta bantuan selama penyusunan skripsi penulis. Terimakasih atas kasih sayang, cinta, perhatian, nasihat, doa, dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tanggung jawab ini. Tanpa kalian, penulis tidak akan bisa sampai di titik ini. Semoga di hari esok penulis kelak menjadi anak yang membanggakan. Dengan segala kerendahan hati, penulis juga mengucapkan banyak rasa terima kasih dan hormat:

1. Kepada Bapak **Mukrimin, S.Hut., M.Si., Ph.D., IPU** dan Ibu **Ira Taskirawati, S.Hut., M.Si., Ph.D.** yang telah memberikan koreksi, masukan dan saran untuk menyempurnakan penyusunan skripsi penulis.
2. Kepada Ibu **Dr. Siti Halimah Larekeng S.P., M.P**, Bapak **Iswanto, S.Hut. M.Si.**, Kak **Sri Wahyuni Jufri, S.Hut., M.Hut**, Kak **Indriyani Astuti S.Hut., M.Hut**, dan Kak **Fitri S.Si., M.Si.** penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan, motivasi, serta masukan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi penulis.
3. Kepada Bapak/ibu **Dosen Fakultas Kehutanan**, yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan serta **Staf Fakultas Kehutanan**, yang selalu memberikan pelayanan yang terbaik dalam pengurusan administrasi.
4. Terkhusus kepada **Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN)** dan **Pusat Kolaborasi Riset (PKR) Mikroba Karst** yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian terkait judul pada skripsi ini, serta ucapan terima kasih kepada orang-orang yang terlibat di dalamnya.
5. Terkhusus kepada rekan kerja seperjuangan **Zulfikri Basri** dan **Andi Elnafilah Adinda F.A** yang telah kebersamai dalam proses pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir, ucapan terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan, dukungan, hiburan, serta motivasi dan rasa kekeluargaan yang erat, sehingga penulis dapat bersemangat kembali ditengah kesulitan pada saat proses penelitian.

6. Terkhusus Kepada **Veronika Masseng, Jusniar Bahtiar, Putri Nadya Salsabila**, dan **Rahna AR** selaku orang-orang yang berkesan dalam menghibur dan kebersamai penulis selama ini.
7. Kepada seluruh teman-teman dan kakak-kakak **Laboratorium Biotek**, terkhusus kepada **Surya Muh. Furqan Rayu, Mitra Senolinggi, Eunike Christafilia, Nurfadillah Andriani**, dan **Misbahuljannah**, terima kasih karena telah kebersamai penulis pada saat pengurusan administrasi dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi, juga kepada kak **Ali Hasan Salman, S.Hut**, kak **Hafizah Nursyahriah, S.Hut**, kak **Nur Padli, S.Hut**, dan kak **Nurul Istiqomah, S.Hut** terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama penyusunan skripsi penulis.
8. Kepada seluruh **Keluarga Besar Foren'20** dan **IMPERIUM'20**, penulis ucapkan banyak terima kasih untuk segala bantuan, motivasi, dukungan, kebersamaan, kekeluargaan, dan suka duka di masa perkuliahan hingga masa akhir semester yang telah dilalui bersama.
9. Kepada **Nur Afifah Auliyah, Dian Meiwina, Nuradisty, Andi Resfita Putri, Indriany Rahman, Reski Armenia**, dan **Rendy Saputra** terimakasih telah menghibur, menemani, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan dukungan kepada penulis.
10. Kepada **Wanita Surga: Winda Nurismi, Wiranti Rizki Uttami, dan Vita Aprilia** terimakasih telah menghibur dan memberikan dukungan kepada penulis.
11. Kepada **Gina Mutmainnah** selaku penulis skripsi, terima kasih karena telah berjuang dan tidak mudah menyerah, serta kuat bertahan hingga di titik ini, selalu bersyukur dan libatkan Allah SWT. dalam setiap proses dan perjalanan hidup.
12. Kepada Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT, memberikan balasan dengan segala kebaikan dunia dan akhirat atas keikhlasan dan kebaikan dari semua pihak yang telah diberikan kepada penulis. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya pengembangan di bidang rekayasa kehutanan. Dalam penulisan ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan dan saran yang membangun untuk skripsi ini.

Makassar, 23 Juni 2024

Gina Mutmainnah

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Teori.....	2
BAB II METODE PENELITIAN	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan Penelitian	4
2.3 Prosedur Penelitian.....	4
2.3.1 Pengambilan Sampel Tanah di Sekitaran Ibu Kota Nusantara (IKN)	4
2.3.2 Pembuatan Media PDA dan Isolasi Jamur Pelarut Fosfat (P)	6
2.3.3 Perhitungan TPC (<i>Total Plate Count</i>).....	7
2.3.4 Pembuatan Media Pikovskaya Jamur Pelarut Fosfat (P).....	8
2.3.5 Pemurnian Jamur Pelarut Fosfat (P)	8
2.3.6 Perhitungan Zona Bening Jamur Pelarut Fosfat (P)	9
2.3.7 Perhitungan Indeks Pelarut Fosfat (P).....	9
2.3.8 Identifikasi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Pelarut Fosfat (P)...	9
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Isolasi dan Pemurnian Jamur Pelarut Fosfat (P).....	10
3.2 Hasil Perhitungan TPC (<i>Total Plate Count</i>) Jamur Pelarut Fosfat (P).....	13
3.3 Identifikasi Makroskopis Jamur Pelarut Fosfat (P)	14
3.4 Identifikasi Mikroskopis Jamur Pelarut Fosfat (P)	17
3.5 Perhitungan Indeks Kelarutan Fosfat Jamur	23
BAB IV KESIMPULAN.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Komposisi Media Pikovskaya Dalam 1 Liter Aquades	8
2. Hasil Isolasi Koloni Jamur Pelarut Fosfat	10
3. Hasil Perhitungan Jumlah Populasi Jamur Pelarut Fosfat	13
4. Hasil Identifikasi Makroskopis Isolat Jamur Pelarut Fosfat	14
5. Hasil Identifikasi Mikroskopis Jamur Pelarut Fosfat	17
6. Hasil Perhitungan Indeks Kelarutan Fosfat	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Peta Pengambilan Sampel Tanah Pada Daerah Delta Mahakam.....	5
2. Peta Pengambilan Sampel Tanah Pada Daerah Teluk Balikpapan	5
3. Peta Keseluruhan Pengambilan Sampel Delta Mahakam & Teluk Balikpapan ...	6
4. Isolat Jamur Yang Memiliki Dan Tidak Memiliki Zona Bening	12
5. Karakteristik Makroskopis Jamur Bentuk, Tepi, Elevasi, dan Tekstur	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Perhitungan TPC Koloni Jamur Pelarut Fosfat.....	38
2. Perhitungan Indeks Pelarut Fosfat Jamur	40
3. Morfotipe Jamur Pelarut Fosfat	41
4. Isolasi Sampel Jamur Pelarut Fosfat	45
5. Dokumentasi Proses Pembuatan Media Pikovskaya	52
6. Dokumentasi Proses Isolasi Jamur Pelarut Fosfat	53
7. Dokumentasi Proses Pemurnian Jamur Pelarut Fosfat.....	54
8. Dokumentasi Proses Pengamatan Makroskopik Jamur Pelarut Fosfat	54
9. Dokumentasi Proses Pengamatan Makroskopik Jamur Pelarut Fosfat	55
10. Dokumentasi Proses Perhitungan Jumlah Koloni Jamur Pelarut Fosfat	55
11. Dokumentasi Proses Pembuatan Stok Isolat Jamur Pelarut Fosfat	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan ekosistem khas di wilayah pesisir yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, lebih dari itu hutan mangrove memiliki fungsi yang sangat penting bagi masyarakat pesisir khususnya di bidang ekologi, sosial, maupun ekonomi (Sofian et al., 2012). Lebih lanjut Sofian et al. (2012) menjelaskan bahwa hutan mangrove memberikan manfaat berupa pemanfaatan kayu, pohon, ikan, kepiting, dan lain sebagainya yang dapat dijadikan sebagai sumber penghidupan ekonomi bagi masyarakat, selain itu ekosistem mangrove juga berfungsi sebagai penahan abrasi pada sekitaran pantai dan pesisir. Hutan mangrove mengandung mineral berupa hasil sedimentasi dan berbagai unsur organik seperti N, P, K, Fe, dan Mg yang bersumber dari mangrove sendiri, daratan, lautan, timbunan guguran daun, ranting, dan organisme mati (Nugroho et al., 2013). Seiring dengan meningkatnya aktivitas masyarakat dan kebutuhan yang tinggi seperti pengembangan suatu kawasan di sekitar pesisir, menyebabkan hutan mangrove mengalami tekanan yang dapat mengancam keberadaan dan fungsinya (Sofian et al., 2012).

Daerah Kalimantan Timur, khususnya sebagian wilayah di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kutai Kartanegara sedang dikembangkan untuk menjadi Ibu Kota Nusantara (IKN) Republik Indonesia. Pengembangan kawasan memiliki dampak terhadap kondisi ekonomi, sosial dan lingkungan. Pengembangan kawasan di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, menjadi salah satu ancaman bagi ekosistem mangrove di wilayah Kalimantan Timur khususnya di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam. Mikroorganisme merupakan komponen penting bagi lingkungan mangrove yang tidak hanya memainkan peran dalam menciptakan dan memelihara biosfer, tetapi juga berfungsi sebagai sumber produk bioteknologi yang bernilai dan sangat penting (Thatoi et al., 2013). Salah satu mikroorganisme potensial tersebut yaitu mikroba pelarut fosfat, Mikroba ini dikenal dapat digunakan sebagai pupuk hayati atau biofertilizer yang merupakan hasil dari rekayasa bioteknologi dibidang ilmu tanah (Artha et al., 2013).

Mikroba Pelarut fosfat yang ada pada tanah daerah Kalimantan Timur dapat menjadi salah satu acuan dalam mengatasi ancaman pengembangan kawasan pada daerah Ibu Kota Nusantara (IKN). Aktivitas mikroba pelarut fosfat perlu dimanfaatkan untuk penyediaan unsur hara bagi pertumbuhan dan hasil tanaman yang optimal, fosfat sebenarnya terdapat dalam jumlah yang melimpah dalam tanah, namun sekitar 95 - 99% terdapat dalam bentuk fosfat tidak larut sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Sanjotha et al., 2011). Mikroba pelarut fosfat secara alami berada pada tanah yang berkisar 0,1-0,5% dari total populasi mikroorganisme dan terdiri dari kelompok bakteri dan jamur dengan jumlah populasi masing-masing 12 juta organisme per gram tanah dan 20 ribu sampai dengan 1 juta per gram tanah (Raharjo et al., 2007). Jamur yang mampu melarutkan fosfat biasanya berasal dari kelas *Deuteromyces* (Asril et al., 2023). Jamur pelarut fosfat mempunyai kemampuan melarutkan senyawa fosfat yang sukar larut menjadi bentuk yang tersedia bagi

tanaman dengan cara menghasilkan asam-asam organik sehingga ketersediaan fosfat menjadi lebih cepat (Artha et al., 2013).

Menurut Sudaryono (2009), mikroorganisme tanah akan menunjukkan aktivitas terbesarnya yang berhubungan erat dengan proses-proses siklus hara, penyakit tanaman, dekomposisi, sintesa senyawa kimia organik, dan transpor gas ke atmosfer oleh mikroorganisme. Mengingat pentingnya tanah yang digunakan pada daerah Kalimantan Timur dalam pengembangan kawasan daerah Ibu Kota Nusantara (IKN), maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam mengetahui karakteristik mikroba potensial khususnya jamur pelarut fosfat. Keberadaan dan keanekaragaman mikroba di kawasan mangrove dapat digunakan sebagai referensi awal sebelum dikembangkannya kawasan IKN. Dampak pengembangan kawasan dapat diperhatikan dengan ada atau tidaknya perubahan struktur penyusun wilayah mangrove di sekitar kawasan IKN, sehingga dampak negatif terhadap kerusakan lingkungan atau ekosistem mangrove tersebut dapat diatasi dengan baik.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu untuk mengetahui Keanekaragaman dan karakteristik jamur pelarut fosfat pada substrat mangrove di sekitar Kawasan Ibu Kota Nusantara (IKN). Kegunaan penelitian tersebut adalah untuk memberikan informasi kepada akademisi dan praktisi mengenai karakteristik dari jamur pelarut fosfat serta manfaatnya pada tanah dalam pengamatan atau pengukuran dampak dari pengembangan kawasan IKN terhadap hutan mangrove.

1.2 Teori

Mangrove merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut yang sumberdaya alam nya memiliki arti penting pada ekosistem alam hewani dan biota laut (Rukmini dan Kahyasi, 2021). Sebagai zona transisi antara ekosistem terestrial dan laut, ekosistem mangrove memiliki banyak fungsi dan merupakan penghubung dalam menjaga keseimbangan biologis ekosistem pesisir, ekosistem mangrove juga merupakan habitat penting bagi organisme laut (Rukmini dan Kahyasi, 2021). Menurut Imran dan Efendi (2016), ekosistem hutan mangrove merupakan ekosistem yang memiliki produktivitas dan dekomposisi bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan ekosistem lainnya, sehingga mangrove dapat digunakan sebagai mata rantai ekologis yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di sekitarnya, seperti ikan, udang, kepiting, dan berbagai biota lainnya.

Fosfat merupakan nutrisi esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya (Nasution et al., 2014). Fosfat sebenarnya terdapat dalam jumlah yang melimpah dalam tanah, namun sekitar 95-99% terdapat dalam bentuk fosfat tidak terlarut sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Sanjotha et al., 2011). Fosfat sangat berperan dalam pertumbuhan tanaman, walaupun fosfat yang diperlukan tidak sebanyak unsur nitrogen dan kalium, namun fosfat merupakan salah satu unsur hara dalam pupuk (Widodo dan Faqih, 2022). Fosfat tidak mudah larut dalam air dan cenderung memiliki pergerakan yang lambat di dalam tanah, tetapi fosfat sangat berperan penting dalam proses pembentukan albumin, pembelahan sel untuk daun, buah dan biji, serta untuk pembentukan bunga (Widodo dan Faqih, 2022). Penambahan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan fosfat di dalam tanah, penggunaan fosfat alam dan beberapa bahan

organik tersebut diharapkan mampu memperbaiki beberapa sifat kimia tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah sehingga bisa diserap baik oleh tanaman, serta tanaman tersebut dapat menghasilkan produksi yang lebih tinggi dari sebelumnya (Purba et al., 2015). Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfat dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan fosfat yang terfiksasi (Sari et al., 2017).

Salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat dalam mengatasi rendahnya fosfat tersedia dalam tanah adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme pelarut fosfat, yaitu mikroorganisme yang dapat melarutkan fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia sehingga dapat diserap oleh tanaman (Hutagaol et al., 2017). Mikroba pelarut fosfat dapat hidup mulai dari permukaan hingga pada kedalaman 25 cm pada tanah, namun yang hidup di sekitar perakaran tanaman secara fisiologis lebih aktif dibandingkan mikroba pelarut fosfat yang hidup jauh dari daerah perakaran (Rizqiyah et al., 2022).

Sumber fosfat yang penting bagi tanaman dapat berbentuk organik yang berasal dari bahan organik, dan anorganik yang berasal dari mineral-mineral yang mengandung fosfat (Rizqiyah et al., 2022). Mikroba pelarut fosfat bekerja dengan mengubah senyawa fosfat tidak terlarut menjadi fosfat terlarut sehingga dapat digunakan oleh tanaman, selain itu mikroba ini dapat memproduksi asam amino, vitamin dan substansi pemacu pertumbuhan seperti *Indole Acetic Acid* (IAA) serta gibberelin yang dapat membantu pertumbuhan tanaman (Ponmurugan dan Gopi, 2006).

Menurut Priyanta et al., (2019) beberapa cendawan dilaporkan memiliki kemampuan melarutkan fosfat dengan terbentuknya zona bening pada sekitaran koloni, antara lain dari genus *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, dan *Trichoderma* sp. Mikroba pelarut fosfat digunakan dalam meningkatkan ketersediaan dan serapan hara oleh tanaman, serta berfungsi dalam menghasilkan fitohormon antara lain yaitu auksin *indole acetic acid* (IAA) yang bermanfaat untuk merangsang pemanjangan sel dalam batang (Herman dan Pranowo, 2013). Mikroorganisme pelarut fosfat secara alami berada di substrat tanah yang berkisar antara 0,1-0,5% dari jumlah total populasi mikroorganisme yang ada (Asril et al., 2023). Nasution et al., (2014) menyatakan bahwa pemberian jamur pelarut fosfat pada tanah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman berupa peningkatan ukuran diameter tanaman, berat kering tajuk, berat kering akar, dan serapan fosfat dari bentuk fosfat tidak tersedia oleh enzim fosfatase yang dihasilkannya. .

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2023 – Desember 2023. Sampel berasal dari substrat hutan mangrove di sekitar kawasan Ibu Kota Nusantara (IKN) khususnya pada daerah wilayah Delta Mahakam dan Teluk Balikpapan. Tahap isolasi, pemurnian, karakterisasi, dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, Fakultas Kehutanan dan Mikrobiologi Pusat Kolaborasi Riset (PKR) Mikroba Karst, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

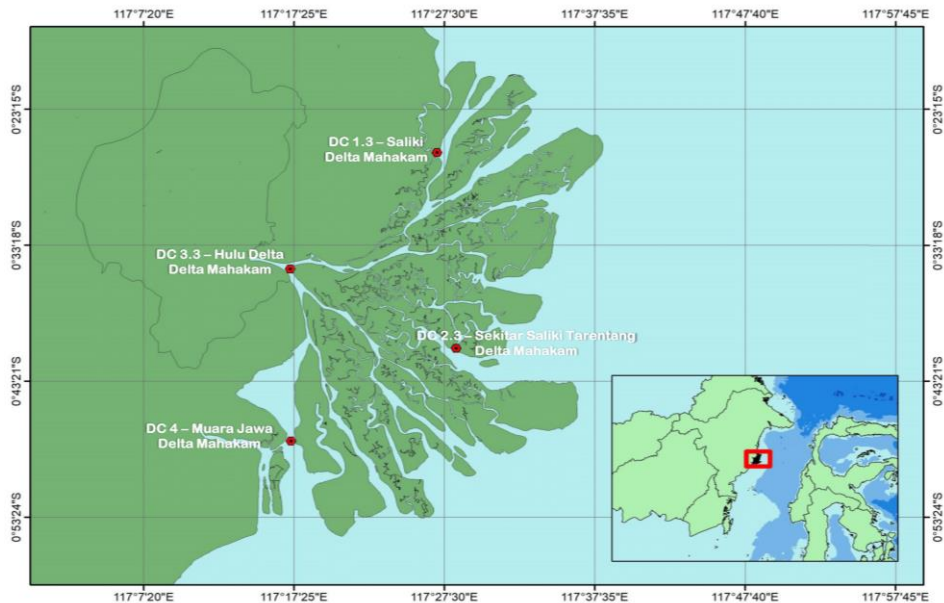
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *laminary air flow* (LAF), cawan petri, *autoclaf*, oven, mikro pipet, erlenmeyer, jarum preparat, *beaker glass*, gelas ukur, tabung reaksi, *Hot plate magnetic stirrer*, spektrofotometer, tabung reaksi, vortex, mikroskop, penggaris, box, timbangan analitik, rak tabung reaksi, tip, bunsen, spatula, batang penyebar, kamera, foto box, pemantik api dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alkohol 70%, aquades, *handscoon*, *tissue*, *plastic wrapping*, *aluminium foil*, spiritus, label, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)$ (*tri-calcium phosphate*), *ammonium sulfate*, NaCl (*sodium chloride*), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (*magnesium sulphate heptahydrate*), KCl (*kaliium chloride*), *glucosa*, *yeast extract*, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (*manganese sulfate heptahydrate*), iron (II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (*sulfate heptahydrate*), agar, aquades, anti biotik *chloramphenicol*, dan sampel tanah.

2.3 Prosedur Penelitian

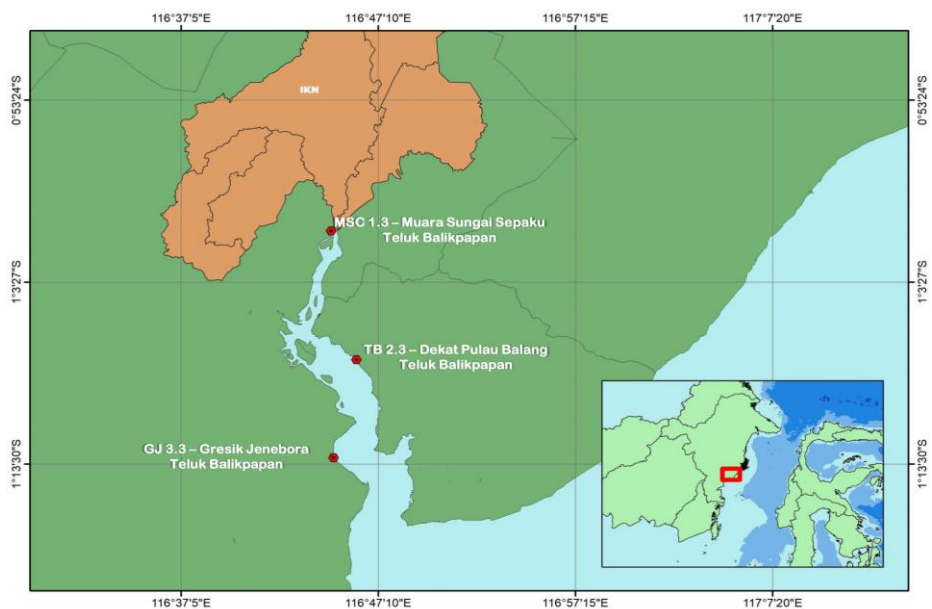
2.3.1 Pengambilan Sampel Tanah di Sekitaran Ibu Kota Nusantara (IKN)

Pengambilan sampel tanah dilakukan oleh tim peneliti dari BRIN (Badan Riset Inovasi Nasional) untuk kegiatan Riset Inovatif untuk Indonesia Maju (RIM) Gelombang 3 pada daerah perairan dan daratan yang ada di tepi sungai Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam di sekitar kawasan Hutan mangrove Ibu Kota Nusantara (IKN). Pengambilan sampel menggunakan pipa paralon atau cetok di setiap lokasi dengan mengambil tiga titik, kemudian dicampur dan diambil titik koordinatnya untuk mendapatkan bulked sampel.



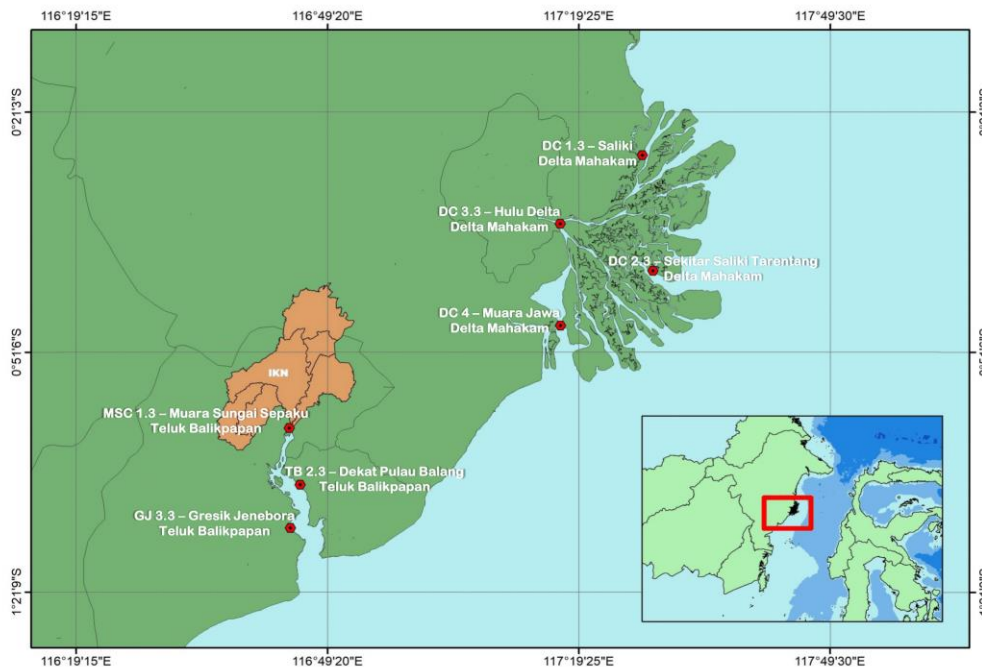
Gambar 1. Peta Pengambilan Sampel Pada Daerah Delta Mahakam

Pada daerah Delta Mahakam (Gambar 1), dilakukan pengambilan sampel tanah yang masing-masing sampel tersebut diberi kode DC 1.3 untuk pengambilan sampel di bagian Saliki dengan titik koordinat $0^{\circ}26'28.1''S$ $117^{\circ}27'00.0''E$ -0.441139, sampel DC 2.3 diambil pada daerah Saliki Tarentang dengan koordinat $0^{\circ}40'56.3''S$ $117^{\circ}28'17.0''E$ -0.682306, serta sampel DC 3.3 dan DC 4 diambil pada sekitaran kawasan Muara Jawa dengan titik koordinat $0^{\circ}35'04.1''S$ $117^{\circ}17'09.9''E$ dan $0^{\circ}47'47.9''S$ $117^{\circ}17'12.9''E$.



Gambar 2. Peta Pengambilan Sampel Tanah Pada Daerah Teluk Balikpapan

Pengambilan sampel tanah pada daerah Teluk Balikpapan (Gambar 2), diambil masing-masing sampel dari bagian hulu, tengah dan hilir. Sampel dengan kode MSC 1.3, diambil pada daerah Muara Sungai Sepaku daerah Teluk Balikpapan dengan titik koordinat $1^{\circ}00'38.2''\text{S}$ $116^{\circ}44'44.9''\text{E}$. Sampel dengan kode TB 2.3, diambil di bagian sekitaran pulau Balang, Teluk Balikpapan dengan titik koordinat $1^{\circ}07'45.1''\text{S}$ $116^{\circ}46'02.6''\text{E}$, dan sampel dengan kode GJ 3.3, diambil dari daerah Gresik Jenebora pada wilayah Teluk Balikpapan dengan titik koordinat $1^{\circ}13'10.1''\text{S}$ $116^{\circ}44'52.4''\text{E}$.



Gambar 3. Peta Keseluruhan Pengambilan Sampel Tanah Pada Daerah Delta Mahakam dan Teluk Balikpapan

Pengambilan sampel pada bagian tengah perairan dilakukan saat air sungai surut, sehingga pipa paralon dapat menjangkau dasar sungai untuk mengambil sampel. Sampel tanah dari masing-masing tiga titik tersebut diambil sebanyak ± 2 kg dan diaduk dalam ember. Kemudian sebagian diambil dan disimpan dalam *falcon tube* 50ml yang telah diberi label. Sampel tanah disimpan dalam lemari pendingin hingga dapat digunakan untuk analisa mikrobial. Sampel tanah yang dikoleksi merupakan campuran dari beberapa kali pengambilan pada lokasi yang sama.

2.3.2 Pembuatan Media PDA dan Isolasi Jamur Pelarut Fosfat (P)

Adapun teknik isolasi jamur pelarut P yaitu menggunakan metode tuang (*pour plate method*) bersamaan dengan pembuatan dan penuangan media PDA pada cawan petri dengan tingkat pengenceran 10^{-2} sampai 10^{-4} dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Media PDA sebanyak 5,85 g ditimbang sebagai media untuk isolasi jamur pelarut P dan dimasukkan dalam erlenmeyer

- b. Media PDA dan 150 ml aquades dihomogenkan dalam erlenmeyer menggunakan *hot plate magnetic stirrer*.
- c. Bahan media tersebut di sterilisasi menggunakan autoklaf pada tekanan 0,1 MPa dan suhu 121°C selama 20 menit.
- d. Media yang telah disterilkan dikeluarkan dari autoklaf, dan disimpan pada *laminary air flow* hingga hangat-hangat kuku dan masukkan antibiotik *chloramphenicol* sebanyak 0,1 ml pada media PDA sebelum menuang
- e. 1 g sampel tanah ditimbang dan dimasukkan ke dalam 9 ml aquades steril dengan menggunakan tabung reaksi, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex.
- f. Deret pengenceran dibuat berurutan dari 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , dan 10^{-4}
- g. 1 ml larutan dari pengenceran 10^{-2} , 10^{-3} , dan 10^{-4} masing-masing di pipet dan secara aseptik dituang ke dalam cawan petri bersamaan dengan penuangan media PDA yang telah didiamkan tadi menggunakan metode *pour plate*, ratakan hingga larutan merata di seluruh permukaan cawan.
- h. Hasil isolasi pada media PDA didiamkan hingga mengeras lalu di *wrap*
- i. Setiap cawan petri diberi label sesuai dengan besar pengenceran, selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama 3-7 hari.
- j. Koloni yang tumbuh pada 3 pengenceran terakhir di media PDA dihitung jumlah koloninya berdasarkan warna atau bentuk koloni.
- k. Hasil isolasi tersebut kemudian ditandai dengan memberi kode DC 1.3, DMC 2.3, DC 3.3, dan DC 4 untuk isolasi sampel Delta Mahakam, MSC 1.3 untuk kode isolasi sampel dari Muara Sepaku, TB 2.3 untuk isolasi sampel Teluk Balikpapan, dan GJ 3.3 untuk isolasi sampel Gresik Jenebora.

2.3.3 Perhitungan Jumlah Kepadatan Populasi atau TPC (Total Plate Count)

Pengujian jumlah kepadatan populasi TPC dilakukan dengan menghitung adanya pertumbuhan koloni mikroorganisme yang tumbuh pada suatu media yang dibuat dengan cara tuang (*pour plate*). Menurut SNI 2897:2008, jika jumlah koloni <25 koloni, maka perhitungan jumlah populasi jamur pada cawan diambil pada tingkat pengenceran terendah (10^{-2}), kemudian jumlah rata-rata koloni dari 2 ulangan pengenceran tersebut dikalikan dengan faktor pengenceran dan diberi tanda (*) jika kurang dari jumlah koloni 25-250. Rumus dari perhitungan total jumlah koloni (TPC), yaitu:

$$\text{Nilai TPC} = \text{Jumlah Rata - Rata Koloni} \times \frac{1}{10^{-2}}$$

2.3.4 Pembuatan Media Pikovskaya Jamur Pelarut Fosfat (P)

Adapun metode dalam pembuatan media agar padat pikovskaya untuk pemurnian hasil isolasi pada jamur pelarut fosfat, yaitu sebagai berikut:

- Bahan untuk pembuatan media padat pikovskaya (Tabel 1), ditimbang sesuai kebutuhan.

Tabel 1. Komposisi media pikovskaya dalam 1 liter aquades

Nama Bahan	Jumlah (g)
Glukosa	10
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	5
Yeast Ekstrak	0,5
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,5
KCl	0,2
NaCl	0,2
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,1
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,00005
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,00005

- Bahan yang telah ditimbang dicampur kedalam labu erlenmeyer
- 1 liter aquades ditambahkan kedalam labu erlenmeyer
- Bahan yang telah ditimbang beserta 1 liter aquades dalam erlenmeyer dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*.
- Bahan media tersebut di sterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 20 menit.
- Media yang telah disterilisasi, dikeluarkan dan dinginkan (didiamkan) pada *laminary air flow* hingga hangat-hangat kuku
- Antibiotik *chloramphenicol* 0,5 g dimasukkan pada media sebelum melakukan penuangan
- Sebagian media dituang secara aseptik ke dalam cawan Petri steril, kemudian digoyang/geser hingga permukaan media merata, dan didiamkan hingga mengeras lalu di *wrapping*. Media pikovskaya ini merupakan media yang digunakan untuk pemurnian hasil isolasi jamur pelarut P.

2.3.5 Pemurnian Jamur Pelarut Fosfat (P)

Adapun prosedur yang dilakukan pada pemurnian jamur pelarut P, yaitu:

- Pertumbuhan koloni jamur diamati setelah 3-7 hari inkubasi
- Koloni hasil isolasi dipindahkan dari media PDA ke media Pikovskaya untuk melihat koloni yang memiliki zona bening (halozone), dan digoreskan pada media agar menggunakan jarum preparat, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 3-7 hari.
- Beri kode atau label isolat pada setiap isolat jamur pelarut fosfat dan simpan di dalam alat pendingin (*refrigerator*) pada suhu 5° C.

2.3.6 Perhitungan Zona Bening Jamur Pelarut Fosfat (P)

Adapun metode dalam melakukan perhitungan zona bening pada jamur pelarut fosfat yaitu:

- Tiap isolat ditumbuhkan pada media uji dan diinkubasi selama 7 hari.
- Koloni yang tumbuh dan mampu membentuk zona bening diindikasikan sebagai isolat yang mampu melarutkan fosfat.
- Pengukuran zona bening yang terbentuk dilakukan dengan menggunakan penggaris milimeter. Aktivitas mikroba diperoleh dengan mengukur zona bening pada media padat dan menjadi petunjuk ada atau tidaknya mikroorganisme yang tumbuh pada setiap perlakuan pada sekitar isolat.
- Berdasarkan zona bening dapat diketahui indeks kelarutan fosfat (diameter zona bening/diameter koloni).

2.3.7 Perhitungan Indeks Pelarut Fosfat (P)

Pembentukan zona bening dari hasil pemurnian koloni jamur, diukur menggunakan penggaris kemudian dihitung indeks kelarutan fosfat dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sharon et al., 2016).

$$\text{Indeks Pelarut Fosfat} = \frac{\text{diameter koloni} + \text{Diameter Zona Bening}}{\text{diameter koloni}}$$

Standar indeks pelarut fosfat berdasarkan Marra et al., (2011).

IPF kategori rendah : < 2.00

IPF kategori sedang : > 2.50

IPF kategori tinggi : > 4.00

2.3.8 Identifikasi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Pelarut Fosfat (P)

Pada identifikasi makroskopis, dilakukan dengan mengamati karakteristik makroskopik masing-masing koloni jamur dengan melihat warna (depan dan belakang), ukuran diameter koloni, diameter zona bening, bentuk, tekstur, elevasi, dan tepi koloni. Sedangkan identifikasi mikroskopis, dilakukan dengan mengamati bentuk, hifa, sporangium dan konidiospora dengan menggunakan mikroskop. Spora yang digunakan dapat diambil dari hasil isolasi jamur sebelumnya yang telah dimurnikan. Pertama, kaca objek dibersihkan terlebih dahulu menggunakan alkohol 70%, kemudian spora hasil isolasi jamur diambil menggunakan ose dan diletakkan diatas kaca objek. Kemudian diberi setetes aquadest di atasnya, lalu ditutup menggunakan kaca penutup dan diamati bentuk serta panjang spora di bawah mikroskop. Identifikasi makroskopis dan mikroskopis dilakukan dengan mencocokkan karakteristik jamur yang diperoleh dari hasil pengamatan dengan buku identifikasi *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi* dari Watanabe (2002).