

**ANALISIS KANDUNGAN MIKROBA DAN LOGAM BERAT YANG
TERDAPAT DALAM PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH JEROAN
IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sp.*)**

SKRIPSI

Oleh

**YUNITA SUSANA NAUTU
NIM. 20390011**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS KRISTEN ARTHA WACANA
KUPANG
2024**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diakui dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila dalam Skripsi saya ternyata ditemui duplikasi, jiplakan (plagiat) dari Skripsi/Tesis/Disertasi orang lain/institusi lain, maka saya bersedia menerima sanksi untuk dibatalkan kelulusan saya dan saya bersedia melepaskan gelar Sarjana Perikanan dengan penuh rasa tanggung jawab serta siap dituntut secara hukum di pengadilan.

Kupang, 24 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,


YUNIAUTU

NIM. 20390011

**ANALISIS KANDUNGAN MIKROBA DAN LOGAM BERAT YANG
TERDAPAT DALAM PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH JEROAN
IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sp*)**

SKRIPSI

Oleh

YUNITA SUSANA NAUTU

NIM. 20390011

*Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan pada
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Kristen Artha Wacana*

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS KRISTEN ARTHA WACANA

KUPANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PADA HARI INI SELASA, 09 JULI 2024
BERTEMPAT DI RUANG UJIAN FAKULTAS PERIKANAN
DAN ILMU KELAUTAN UKAW

TELAH DILAKSANAKAN UJIAN SKRIPSI DENGAN JUDUL:

“Analisis Kandungan Mikroba dan Logam Berat yang Terdapat dalam Pupuk Organik Cair dari Limbah Jeroan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*)”

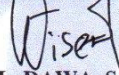
DIHADAPAN TIM PEMBIMBING DAN TIM PENGUJI OLEH:

OLEH

NAMA : YUNITA SUSANA NAUTU
NIM : 20390011
PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

TIM PEMBIMBING

a.n. PEMBIMBING I



UMBU P. L. DAWA, S.Pi, M.Sc
NIDN. 0805067702

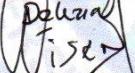
PEMBIMBING II



MADA M. LAKAPU, S.Si, M.Si
NIDN. 0809059002

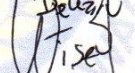
TIM PENGUJI

a.n. PENGUJI I



YUNIALDI H. TEFFU, S.Pi, M.Si
NIDN. 0809078301

a.n. PENGUJI II



DEWI S. GADI, S.Pi, M.Si
NIDN.0801128802

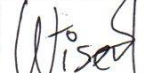
MENGETAHUI

a.n.
KETUA PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI HASIL
PERIKANAN

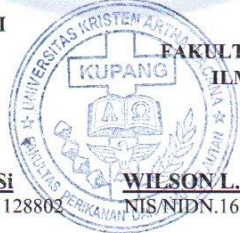


DEWI S. GADI, S.Pi, M.Si
NIS/NIDN.16.41.14.043/0801128802

DEKAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN
ILMU KELAUTAN



WILSON L. TISERA, S.Pi, M.Si, Ph.D
NIS/NIDN.16.41.98.026/0802047001



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas ijin-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul “**Analisis Kandungan Mikroba dan Logam Berat Yang Terdapat Dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*)**” dibawah bimbingan Umu P. L Dawa, S.Pi.,M.Sc dan Mada M. Lakapu, S.Si.,M.Si. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Kristen Artha Wacana Kupang.

Skripsi ini membahas tentang Analisis Kandungan *Escherichia coli*, *Salmonella sp* dan Logam Berat Yang Terdapat Dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*). Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan (November – Desember 2023) bertempat dilaboratorium Eksakta Universitas Kristen Artha Wacana untuk pembuatan pupuk organik cair dan uji Kandungan *Escherichia coli*, *Salmonella sp* dan Logam Berat (Arsen, Merkuri, Timbal) dilakukan di laboratorium Saraswanti Indo Genetech Bogor.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karenanya atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritik yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat di jadikan referensi demi pembangunan ke arah yang lebih baik. Akhir kata penulis mengucapkan limpah terima kasih.

Kupang, 24 Juli 2024

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Selesainya skripsi ini disadari oleh karena peran serta banyak pihak, untuk itu pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terimakasih kepada mereka yang telah banyak membantu yaitu :

1. Tuhan Yesus Kristus karena atas tuntunan dan penyertaan-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Wilson L. Tisera S.Pi,M.Si,Ph.D sebagai Dekan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Kristen Artha Wacana Kupang.
3. Ibu Dewi S. Gadi. S.Pi,M.,Si sebagai Ketua Program Studi Teknologi Hasil Perikanan yang selalu mensupport penulis selama menjalankan pendidikan di Universitas Kristen Artha Wacana Kupang.
4. Bapak Umbu P. L. Dawa S.Pi.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang sudah membimbing, memberikan arahan, kritik dan saran yang membangun selama penulisan skripsi.
5. Ibu Mada M. Lakapu, S.Si.,M.Si selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Dosen Penasehat Akademik yang sudah membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Yunialdi H. Teffu, S.Pi.,M.Si sebagai Dosen Penguji I yang sudah memberikan usulan dan saran yang baik dalam penulisan skripsi ini.
7. Ibu Dewi S. Gadi. S.Pi,M.,Si sebagai Dosen Penguji II yang sudah memberikan usulan dan saran yang baik dalam penulisan skripsi ini.
8. Bapak/Ibu Dosen yang memberikan pelajaran, bimbingan dan motivasi khususnya dalam kegiatan akademik (Bapak Umbu P. L. Dawa, S.Pi, M.Sc, Pak Wilson Tisera, S.Pi,M.Si,Ph.D; Bapak Dr. Ir. Ayub U. I. Meko, M.Si; Ibu Mada M. Lakapu, S.Si,M.Si; Ibu Dewi S. Gadi, S.Pi,M.Si; Bapak Yunialdi H. Teffu, S.Pi,M.Si; Ibu Welma Pesulima, MP; Ibu Ovie Ningsih, S.Pi,M.Si; Pak Alfred G.O. Kase, S.Pi,M.Si; Pak Rockie Supit, S.Pi,M.Si; Bapak Donny M. Bessie, S.Pi, M.Si; Pak Imanuel Emola, S.Pi,M.Si; Bapak Dr.Ir. Yohanes Merryanto, M.Si; Dr. Fanny I. Ginzal, S.Pi, M.Si; Ibu Beatrix M. Rehatta,

S.Pi,M.Si; Bapak Adi T. Langga, S.Pi, M.Sc; Bapak Isak Angwarmase, S.Pi, M.Si;) dan para pegawai ix tata usaha (Ibu Juliana Giri, SH, Ibu Yun M. Ndun, Kaka Michael Mone) yang setia membantu penulis dalam kelancaran administrasi kampus dari awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan.

9. Bapa Ruben Nautu dan Mama Medi Rosalina Poli yang dengan penuh cinta telah menjaga, merawat, mendidik, mendoakan, selalu memberikan motivasi dan dukungan yang terbaik kepada penulis sejak kecil hingga saat ini sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dan menjadi hadiah untuk Bapa dan Mama tercinta.
10. Bapa Yonas Nautu, Samuel Nautu, Anderias Nautu, Markus Nautu yang dengan penuh cinta kasih telah memberikan penulis kesempatan sehingga dapat sampai pada titik ini, serta dukungan berupa materi dan moril, doa dan didikan terbaik yang selalu diberikan kepada penulis sejak kecil hingga saat ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dan menjadi hadiah untuk Bapa tersayang.
11. Adik Herlin Nautu, Mikhael Samoi Karmani Nautu yang memberikan kasih sayang, doa dan dukungan yang terbaik kepada penulis dari awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan.
12. Mama Mariam Nautu yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, saran dan juga motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
13. Keluarga Poli (Mama Ori, Bapa Yustin, Mama Otni, Mama Jini, Mama Dina) dan yang lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan doa dan semangat kepada penulis.
14. Alm. Opa Bernadus Nautu, Opa Yunus Poli, Oma Orpa Banola, Oma Salomi Bay yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
15. Sepupu Tersayang (Margani, Roy, Rizna, Fandi, Melkior, Janwar, Danita, Ani, Nandar) yang selalu menemani, memberikan motivasi dan yang selalu memberikan hal-hal baru, cerita baru dan pengalaman baru serta tidak bosan-bosan memberikan kritik yang membangun kepada penulis dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan, terima kasih untuk kebersamaan ini.

16. Teman-teman seperjuangan FPIK (THP) angkatan 2020 (Lairice, Natalia, Siska, Rosela, Mety, Inka, Maria, Engge, Marni, Rensi, Lidia, Dian, Putri, Robi, Marten, Devit, Tyas, Adrianus, Fransiskus) dan masih banyak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas waktu, semangat dan kebersamaan kita seperti keluarga dalam memperjuangkan masa depan di FPIK UKAW Kupang.
17. Semua pihak yang dengan kerelaan ikut terlibat membantu penulis dalam penyelesaian skripsi namun tidak sempat disebutkan satu persatu.

Kiranya tuhan yang maha kuasa sendiri yang akan membalas segala kebaikan yang telah penulis terima selama ini.

Kupang, 24 Juli 2024

Penulis

RIWAYAT PENDIDIKAN



Penulis dilahirkan pada tanggal 10 Juni 2002 di Neketama dari pasangan Bapak Ruben Nautu dan Ibu Medi Rosalina Poli. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Pada tahun 2008 penulis masuk di Sekolah Dasar Negeri 2 Baumata Timur dan tamat pada tahun 2014. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Taebenu dan tamat pada tahun 2017.

Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Mengah Atas Negeri 1 Taebenu dan tamat pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis di terima sebagai mahasiswa strata 1 (S1) pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Kristen Artha Wacana Kupang melalui jalur Ujian Masuk Perguruan Tinggi Swasta (UMPTS). Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan dengan baik pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Kristen Artha Wacana Kupang pada tahun 2024.

“MOTTO”

Jangan Pernah Berhenti Ketika Gagal.

YEREMIA 17 : 7

“DIBERKATILAH ORANG YANG
MENGANDALKAN TUHAN, YANG
MENARUH HARAPANNYA PADA TUHAN”

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus
2. Bapa Ruben Nautu
3. Mama Medi Rosalina Poli
4. Almamater Tercinta

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	
PERNYATAAN	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
HALAMAN JUDUL	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
RIWAYAT PENDIDIKAN	xii
MOTTO	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

2.1 Pupuk Organik	6
2.2 Pupuk Organik Cair	9
2.3 Standar Pupuk Organik Cair	10
2.4 Bioaktivator	12
2.5 Limbah Padat Hasil Perikanan	16
2.6 <i>Salmonella sp</i>	18
2.7 <i>Escherichia coli</i>	18
2.8 Logam Berat	19
2.8.1 Arsen (As)	21
2.8.2 Merkuri (Hg)	21
2.8.3 Timbal (Pb).....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu Dan Tempat	24
3.2 Alat Dan Bahan	24
3.3 Metode Penelitian	25
3.4 Prosedur Penelitian.....	26
3.5 Prosedur Pengujian <i>Salmonella sp</i>	29
3.6 Prosedur Pengujian <i>Escherichia coli</i>	33
3.7 Prosedur Pengujian Logam Berat	34
3.8 Variabel Pengamatan.....	35
3.9 Analisis Data	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Kandungan Mikroba	38
4.2 Logam Berat	43
4.2.1 Logam Berat Arsen	42
4.2.2 Logam Berat Merkuri	43
4.2.3 Logam Berat Timbal	43
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
Daftar Pustaka	46
Lampiran	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Standar Kualitas Pupuk Organik Cair	11
2. Komposisi dalam EM4 Pertanian	15
3. Hasil Parameter uji <i>Salmonella</i> sp	38
4. Hasil Parameter uji <i>Escherichia coli</i>	39
5. Hasil Parameter uji Arsen	42
6. Hasil Parameter uji Merkuri.....	43
7. Hasil Parameter uji Timbal	43

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Produk EM4	13
2.	Limbah Padat Ikan	17
3	Diagram Alur Pembuatan POC dari Limbah Padat Perikanan.	28

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Daftar Istilah	50
2. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019....	52
3. Hasil Uji Laboratorium Saraswanti Indo Genetech Bogor	53
4. Hasil Uji Biokimia <i>Salmonella</i> sp.	66
5. Hasil Uji Biokimia <i>Escherichia coli</i>	67
6. Dokumentasi Penelitian	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pupuk organik didefinisikan sebagai pupuk yang sebagian atau seluruhnya berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 2 Tahun 2006). Pupuk organik mempunyai beragam jenis dan varian. Jenis-jenis pupuk organik dibedakan dari bahan baku, metode pembuatan dan wujudnya. Dari sisi bahan baku ada yang terbuat dari kotoran hewan, hijauan atau campuran keduanya. Dari metode pembuatan ada banyak ragam seperti kompos aerob, bokashi, dan lain sebagainya. Sedangkan dari sisi wujud ada yang berwujud serbuk, cair maupun granul atau tablet.

Saat ini ada beberapa jenis pupuk organik sebagai pupuk alam berdasarkan bahan dasarnya, salah satunya yaitu pupuk kompos (Musnamar, 2003). Kompos digunakan sebagai proses utama menstabilkan limbah organik pertanian melalui degradasi *biodegradable* komponen mikroba di bawah kondisi yang terkendali (Zhang dkk., 2011). Pupuk kompos dapat meningkatkan struktur fisik tanah. Menurut Yun dan Ro (2009), kompos telah terbukti memiliki efek positif pada tanah pertanian dan produksi tanaman. Pembuatan pupuk organik dengan berbagai bahan dasar telah banyak dilakukan dengan meningkatnya pengetahuan dan juga kemajuan teknologi yang mendukung untuk proses pengolahannya.

Pemanfaatan sumber bahan organik dari hewan dengan memanfaatkan limbah industri perikanan bisa menjadi salah satu alternative dalam meminimalisir limbah yang dihasilkan dalam industri perikanan. Menurut Simamora, dkk (2005). Pupuk organik cair adalah pupuk yang berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi. Limbah jeroan ikan dapat mengandung logam berat dalam konsentrasi yang signifikan karena organ-organ internal seperti hati dan ginjal berfungsi sebagai pusat detoksifikasi dalam tubuh ikan, sehingga mereka cenderung mengakumulasi logam berat yang diserap dari lingkungan perairan.

Limbah perikanan ini semakin meningkat karena adanya peningkatan konsumsi manusia untuk sumberdaya perikanan sehingga berbanding lurus dengan banyaknya limbah perikanan yang dihasilkan. Dengan pengolahan industri yang semakin banyak maka limbah yang di hasilkan pun semakin besar sehingga kebanyakan industri lebih cenderung membuang limbah tersebut dari pada di olah. Limbah ikan tersebut masih mengandung nutrien organik yang cukup tinggi. Kandungan nutrien organik yang tinggi ini apabila berada dalam badan air akan menyebabkan eutrofikasi pada perairan umum, yang kemudian akan menyebabkan kematian organisme yang hidup dalam air tersebut, pendangkalan, penyuburan ganggang dan bau yang tidak nyaman (Ibrahim, 2005).

Limbah ikan bagian dalam dan luar yang tersisa pada pengolahan ikan memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk. Secara umum limbah ikan mengandung banyak nutrien yaitu N (nitrogen), P (posforus) dan K (kalium) yang merupakan komponen penyusun pupuk organik (Hapsari dan Welasi, 2013). Salah

satu limbah yang terdapat pada ikan yaitu jeroan atau isi perut ikan. unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam pupuk organik cair. Pemanfaatan limbah ikan sebagai bahan pupuk organik sudah lama dilakukan. Hingga saat ini telah banyak beredar berbagai jenis pupuk organik berbahan baku limbah ikan, baik sebagai pupuk padat atau pupuk cair (Davis dkk., 2004). Pada dasarnya limbah padat perikanan tidak bisa langsung dimanfaatkan sebagai pupuk organik dikarenakan membutuhkan pengolahan agar dapat mengurai kandungan yang terdapat dalam limbah padat tersebut.

Perlu adanya penguraian kandungan organik dalam limbah tersebut dengan tujuan memecah senyawa kompleks menjadi senyawa-senyawa organik yang lebih sederhana sehingga tanaman lebih mudah menyerap nutrisi yang terkandung dalam pupuk cair organik tersebut. Proses penguraian senyawa organik yang terkandung dalam limbah padat ini dapat dilakukan dengan penambahan bioaktivator.

Bioaktivator secara spesifik ialah isolat mikroorganisme yang sudah dimurnikan dan memiliki kapasitas dalam pencernaan bahan organik yang mengandung serat selulosa. Untuk mempercepat proses pengomposan salah satunya dapat memanfaatkan bioaktivator dan kelebihan pemakaian bioaktivator adalah kualitas hasil produk akan lebih terjamin selain untuk mempercepat pengomposan dan juga proses produksi bioaktivator lebih sederhana.

Mikroba merupakan organisme hidup yang berukuran kecil (mikro), tergolong ke dalam prokaryot seperti virus dan bakteri, serta dapat tergolong ke dalam

eukaryote seperti alga dan protozoa. Mikroba memiliki peran penting dalam kehidupan (Nester, 2009). Mikroba terdiri dari bakteri, jamur, dan virus. Peranan utama mikroba adalah sebagai (pengurai) bahan-bahan organik. Selain meragikan, mikroba juga mempunyai banyak keuntungan bagi manusia. Mikroba tidak perlu tempat yang besar, mudah ditumbuhkan dalam media buatan, dan tingkat pembiakannya relatif cepat. Oleh karena itu, setiap mikroba memiliki peran dalam kehidupan (Darkuni,2001). Pemilihan pupuk yang dirasa dapat meningkatkan kualitas produk pertanian umumnya dilakukan oleh para petani (Hadisuwito, 2008). Petani sering memberikan pupuk buatan pabrik agar dapat memenuhi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Namun sering kali tidak disadari bahwa dalam produk pupuk industri tersebut terdapat adanya kandungan logam berat yang dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan sekitar (Purwendro dan Hidayat, 2006). Menurut Darmono (2001), logam berat yang berbahaya bagi manusia apabila melewati ambang batas antara lain arsen (As), kadmium (Cd), timbal (Pb), merkuri (Hg) dan besi (Fe). Sedangkan tembaga (Cu), selenium (Se) dan seng (Zn) memiliki tingkat bahaya yang lebih rendah daripada lima logam sebelumnya.

Sebagai upaya pencegahan pencemaran lingkungan lebih lanjut oleh logam berat maka dilakukan identifikasi logam berat pada pupuk pertanian. Logam berat merupakan zat yang beracun serta umumnya bersifat karsinogenik. Cemarannya logam berat umumnya disebabkan oleh berbagai jenis limbah baik domestik, industri, pertanian, maupun pertambangan (Anon., 2003a).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kandungan *Escherichia coli*, *Salmonella* sp yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah
2. Berapa konsentrasi logam berat (As, Hg, Pb) yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui kandungan *Escherichia coli*, *Salmonella* sp yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah
2. Untuk mengetahui konsentrasi logam berat (As, Hg, Pb) yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah

1.4 Manfaat

1. Memberikan informasi mengenai kandungan *Escherichia coli*, *Salmonella* sp yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah
2. Memberikan informasi mengenai konsentrasi logam berat yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Organik

Pupuk adalah material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu berproduksi dengan baik. Material pupuk dapat berupa bahan organik ataupun nonorganik (mineral). Pupuk berbeda dengan suplemen.

Pupuk mengandung bahan baku yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sementara suplemen seperti hormon tumbuhan yang membantu kelancaran proses metabolisme. Meskipun demikian, khususnya pupuk buatan dapat ditambahkan sejumlah material suplemen. Dalam pemberian pupuk perlu diperhatikan kebutuhan tumbuhan tersebut, agar tumbuhan tidak mendapat terlalu banyak zat makanan. Terlalu sedikit atau terlalu banyak zat makanan dapat berbahaya bagi tumbuhan. Pupuk dapat diberikan lewat tanah ataupun disemprotkan ke daun (Distan Riau, 2012).

Pupuk di golongan menjadi 2 jenis berdasarkan sumber bahan penyusunnya, yaitu pupuk organik/alami dan pupuk kimia/ sintesis (BUMN, 2011). Pupuk organik adalah sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan menyuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Definisi tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik dari pada kadar haranya.

Nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk organik (Simanungkalit dkk., 2006).

Pupuk organik merupakan pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup. Adapun keunggulan dari pupuk organik adalah sebagai berikut (Parnata, 2004):

1. Memperbaiki sifat kimia tanah pupuk organik dapat mengubah unsur hara yang tidak bisa diserap tanaman menjadi unsur hara yang bisa diserap tanaman.
2. Memperbaiki sifat fisik tanah aktivitas mikroorganisme dalam pupuk organik dapat menggemburkan tanah. Selain itu, pupuk organik dapat mengurangi risiko erosi karena agregat tanah menjadi lebih kompak.
3. Meningkatkan daya serap tanah terhadap air tanah yang gembur akan memiliki pori-pori relatif lebih banyak untuk menyalurkan dan menyimpan air. Pada musim kemarau, tanah yang dipupuk menggunakan pupuk organik bisa menyediakan air untuk tanaman lebih banyak. Sementara itu, pada musim hujan tanah akan mampu menahan air sehingga resiko erosi dan banjir dapat dikurangi.
4. Meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah pupuk organik sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Adanya pupuk organik akan meningkatkan jumlah dan aktivitas mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah dapat membantu proses penggemburan tanah dan mengubah zat yang tidak bisa diserap tanaman menjadi bisa diserap tanaman. Maka diharapkan akan meningkatkan simbiosis mutualisme antara tanaman dan bakteri atau jamur yang menguntungkan.

5. Sumber makanan bagi tanaman pupuk organik mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Kandungan unsur hara pupuk organik memang tidak terlalu banyak, tetapi komposisinya lebih seimbang dibandingkan dengan pupuk anorganik. Bahkan beberapa jenis pupuk organik terutama pupuk cair mengandung zat pertumbuhan dan mikroorganisme yang menguntungkan tanaman.
6. Ramah lingkungan penggunaan pupuk organik tidak meninggalkan residu pada tanaman, sehingga aman dikonsumsi manusia.
7. Pupuk organik lebih murah harga pupuk organik dipasaran biasanya lebih murah dibandingkan dengan harga pupuk anorganik. Selain itu proses pembuatan pupuk organik relatif mudah, bahan dasar yang mudah ditemukan, sehingga petani bisa mengolahnya sendiri dan menghemat pengeluaran untuk biaya pupuk.
8. Meningkatkan kualitas produksi kaitannya dengan sifatnya yang ramah lingkungan, dengan tidak meninggalkan residu pada tanaman sehingga aman dikonsumsi manusia, lebih sehat dan kandungan gizi yang lebih baik.

(Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh, 2011) Pupuk organik bukan hanya berbentuk padat, dapat juga berbentuk cair seperti pupuk anorganik. Pupuk cair lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai dan tidak dalam jumlah yang terlalu banyak sehingga manfaatnya lebih cepat terasa.

Bahan baku pupuk cair dapat berasal dari pupuk padat dengan perlakuan perendaman. Setelah beberapa minggu dan melalui beberapa perlakuan, air rendaman

sudah dapat digunakan sebagai pupuk cair. Penggunaan pupuk cair dapat memudahkan pengerjaan dan menghemat tenaga. Keuntungan pupuk cair antara lain:

1. Pengerjaan pemupukan akan lebih cepat
2. Penggunaannya sekaligus melakukan perlakuan penyiraman sehingga dapat menjaga kelembaban tanah
3. Aplikasi dapat bersama dengan pestisida organik yang berfungsi sebagai pencegahan dan pemberantas pengganggu tanaman.

2.2 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang mengandung unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihannya adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat (Bachtiar dkk., 2019).

Pupuk cair mudah disiapkan dan sangat berguna untuk banyak hal, termasuk pembenihan, tumbuhan kecil, tanaman buah-buahan dan tanaman-tanaman besar lainnya. Ini merupakan suatu cara yang baik untuk membuat pupuk kaya akan unsur hara, dari pupuk kandang dan bahan-bahan organik lainnya dalam jumlah kecil. Pupuk cair dapat dengan mudah disemprotkan pada lahan-lahan yang luas. Pupuk cair dibuat dalam konsentrasi yang sangat kuat sehingga perlu dicampurkan dengan air untuk pemakaiannya. Pupuk dapat disimpan dan bertahan lama, dan bisa digunakan untuk areal yang lebih luas. Pupuk cair dapat dibuat dalam wadah ukuran apapun, dari ember hingga drum. Semakin banyak dibuat, semakin baik. Pupuk cair ini dapat

dibuat dengan bahan apa saja, selama bahan-bahan itu adalah bahan organik, dapat disimpan di mana saja asalkan harus terlindungi dari panas matahari dan hujan lebat (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh, 2011).

2.3 Standar Pupuk Organik Cair

Penentuan standar mutu pupuk organik baik kandungan nutrisi dan informasi lain berkaitan dengan pupuk organik tersebut berbeda di berbagai negara. Sebagai contoh, di Jepang, peraturan pemerintah hanya membatasi kadar maksimum yang diperbolehkan untuk logam berbahaya seperti Cd, Hg, dan As. Sedangkan untuk kualitas yang lain, pemerintah Jepang mengadopsi peraturan dari negara lain. Peraturan pemerintah di Filipina mensyaratkan kandungan hara dalam pupuk organik sebagai kriteria utama dimana pupuk organik harus mengandung minimum 7% N (Simanungkalit dkk., 2006).

Food and Fertilizer Technology Center/ FFTC (1997) Secara umum telah mengusulkan persyaratan minimal untuk pupuk organik, yaitu:

1. Mencantumkan kadar kandungan hara, pH
2. C/N rasio maksimal 20
3. Kandungan bahan organik maksimal 60%
4. Kandungan air maksimal 35%
5. Persentase bahan inert, seperti batu dan plastik
6. Dalam label harus dicantumkan lama pengomposan, kandungan logam berat, Germination test, serta stabilitas suhu.

Standar kualitas pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenahan Tanah ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Standar Kualitas Pupuk Organik Cair

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C – organik	% (w/v)	Minimum 10
2.	Hara makro : N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	% (w/v)	2-6
3.	N-organik	% (w/v)	minimum 0,5
4.	Hara mikro**		
	Fe total	Ppm	90 – 900
	Mn total	Ppm	25 – 500
	Cu total	Ppm	25 – 500
	Zn total	Ppm	25 – 500
	B total	Ppm	12 – 250
	Mo total	Ppm	2 – 10
5.	Ph	-	4 – 9
6.	<i>E.coli</i>	Cfu/ml Atau MPN/ml	< 1 x 10 ²
	<i>Salmonella sp</i>	Cfu/ml Atau MPN/ml	< 1 x 10 ²
7.	Logam berat		
	As	Ppm	maksimum 5,0
	Hg	Ppm	maksimum 0,2
	Pb	Ppm	maksimum 5,0
	Cd	Ppm	maksimum 1,0
	Cr	Ppm	maksimum 40
	Ni	Ppm	maksimum 10
8.	Unsur/senyawa lain***		
	Na	Ppm	Maksimum 2.000
	Cl	Ppm	Maksimum 2.000

Sumber : Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenahan Tanah.

2.4 Bioaktivator

Bioaktivator merupakan suatu bahan bioaktif yang dapat berupa mikroorganisme yang telah dimurnikan dan mampu merombak bahan-bahan organik yang mengandung serat selulosa. Bioaktivator tidak hanya mampu mempercepat proses pengomposan namun juga dapat meningkatkan kualitas dari kompos yang dihasilkan (Suwahyono, 2014). Bioaktivator atau mikroorganisme memengaruhi proses pengomposan melalui dua cara, cara pertama yaitu dengan menginokulasi strain mikroorganisme yang efektif dalam menghancurkan bahan organik (pada aktivator organik), kedua yaitu meningkatkan kadar N yang merupakan makanan tambahan bagi mikroorganisme tersebut (Yanqoritha, 2013). Ada contoh dari beberapa golongan mikroorganisme yang memiliki kemampuan dalam menguraikan bahan selulosa, seperti *Thricoderma sp*, *Streptomyces* dan *Pseudomonas* (Suwahyono, 2011).

Pada saat ini, sudah banyak bioaktivator yang dihasilkan secara komersial. Beberapa jenis bioaktivator yang telah ada di pasaran, seperti OrgaDec, EM-4, Boisca/Propuri Stardec, dan Promi. Pada masing-masing jenis bioaktivator itu mempunyai spesialisasi dan keunggulannya tersendiri. Ada beberapa bioaktivator

yang telah dimanfaatkan untuk bahan tambahan dalam proses pembuatan kompos cair ataupun kompos padat (Suwahyono, 2011).

2.4.1 EM4 (Effective Microorganisms)

Produk EM4 Pertanian merupakan produk bakteri fermentasi bahan organik tanah yang dapat menyuburkan tanah dan menyehatkan tanah. Terbuat dari hasil seleksi alami mikroorganisme fermentasi dan sintetik di dalam tanah yang di kemas dalam medium cair (EM4 Indonesia, 2013).



Gambar 1. Produk EM4

Konsep dari effective microorganism (EM) telah dikembangkan oleh Professor Teruo Higa, Universitas Ryukyus, Okinawa, Jepang. EM terdiri dari kultur campuran dari beberapa mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Penelitian menunjukkan inokulan dari EM kultur pada ekosistem tanah dan tanaman dapat memperbaiki kualitas tanah, keadaan tanah dan meningkatkan hasil

panen. Effective microorganisme (EM) mengandung spesies terpilih dari mikroorganisme utamanya yang bersifat fermentasi, yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), Jamur fermentasi (*Saccharomyces sp.*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), dan *Actinomycetes* (Higa *et al.*, 1995).

Bakteri Fotosintetik merupakan bakteri yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, dan gula. Jamur fermentatif berfungsi untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik (dalam bentuk alkohol, gula, dan asam amino) yang siap diserap oleh perakaran tanaman. Bakteri asam laktat terutama golongan *Lactobacillus sp.* Berfungsi untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa asam laktat yang dapat diserap oleh tanaman. *Actinomycetes* berfungsi mengambil asam amino dan zat yang dihasilkan oleh jamur fermentatif dan mengubahnya menjadi antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen atau penyakit serta dapat melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro lainnya. *Streptomyces sp.* Menghasilkan enzim steptomisin yang berguna bagi tanaman (Wididana *et al.*, 1996 dalam Fitria, 2008).

Manfaat EM4 pertanian dalam situs (EM4 Indonesia, 2013) adalah sebagai berikut, yaitu:

- 1) Memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.
- 2) Meningkatkan produksi tanaman dan menjaga kestabilan produksi.
- 3) Memfermentasi dan mendekomposisi bahan organik tanah dengan cepat (Bokashi).
- 4) Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

5) Meningkatkan keragaman mikroba yang menguntungkan di dalam tanah.

Tabel 2. Menunjukkan dengan jelas komposisi yang terkandung dalam EM4 pertanian,

Tabel 2. Komposisi dalam EM4 Pertanian

Kandungan	Jumlah / Nilai
TPC	$2,8 \times 10^6$
<i>E.coli</i>	0
<i>Salmonella</i>	0
Yeast	$1,95 \times 10^3$
<i>Lactobacillus</i>	$3,0 \times 10^5$
Bakteri pelarut foafat	$3,4 \times 10^5$
Aktinomiset	+
Bakteri fostosintetik	+
Nitrogen	0,68%
C organik	1,88%
P ₂ O ₂	136,75 ppm
Aluminium, Al	$\leq 0,01$ ppm
Calcium, Ca	3062,29 ppm
Copper, Cu	1,14 ppm
Iron, Fe	129,38 ppm
Magnesium, Mg	401,59 ppm
Mangan, Mn	4,00 ppm
Sodium, Na	145,68 ppm
Nickel, Ni	$\leq 0,05$ ppm
Zinc, Zn	1,39 ppm
Boron, B	$\leq 0,0002$ ppm
K ₂ O	8403,70 ppm

Chloride, Cl	2429,54 ppm
Ph	3,73

Ket :

- Lab. Fak. MIPA IPB Bogor, 2011
 - Lab. EMRO INC, JAPAN, 2007
- Sumber : EM4 Indonesia 2013

2.5 Limbah Padat Hasil Perikanan

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat yang bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan. Limbah padat ini biasanya berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri, dan lain-lain. Limbah padat ikan dapat berupa jenis-jenis ikan yang rusak fisiknya, tidak bernilai ekonomis, sisa-sisa olahan ikan, dan ikan dengan tingkat kesegaran yang tidak layak digunakan sebagai bahan pangan bagi manusia (Setyawan dan Setiyawan, 2010).

Limbah hasil perikanan sendiri dipecah jadi sebagian tipe, antara lain limbah ikan dari hasil tangkapan non target, limbah ikan dari sisa pengolahan meliputi jeroan, kepala, potongan, tulang, kulit, sirip serta bingkai, limbah ikan akibat surplus penangkapan serta limbah ikan sepanjang pendistribusian (ikan busuk). Limbah padat ikan memiliki bermacam nutrisi ialah: N (Nitrogen), P (Phosphor), K (Kalium) yang ialah komponen penyusun pupuk organik.

2.5.1 Limbah Jeroan Ikan

Pengolahan industri perikanan, menghasilkan limbah berupa bagian ikan yang tidak terpakai atau terbuang misalnya kepala, sirip, dan jeroan (isi perut). Pengolahan

industri perikanan menghasilkan sekitar (25-30)% limbah, yakni sekitar 3,6 juta ton pertahun (KKP 2010). Limbah merupakan bahan baku dengan kualitas rendah yang jika tidak dimanfaatkan dapat menimbulkan masalah lingkungan, kesehatan, dan ekonomi.



Gambar 2. Limbah Padat Ikan

Bhaskar dkk. (2008) menyatakan bahwa limbah industri perikanan misalnya jeroan memiliki kandungan protein dan lemak tak jenuh yang tinggi. Jeroan ikan memiliki bobot 10-15% (bergantung pada spesies) dari biomassa ikan. Fakta yang ditemukan bahwa produk buangan kaya akan protein dan lemak sehingga meningkatkan peluang untuk mengalami kebusukan. Limbah perikanan yang kaya protein dapat digunakan untuk produksi hidrolisat dan dapat menghindari masalah lingkungan (Bhaskar dan Mahendrakar 2008). Poernomo dan Buckle (2002) menyatakan bahwa dalam pengolahan cowtail ray (*Trygon sephen*) di Indonesia, jeroan (hingga 20% dari bobot tubuh) terbuang bersama kepala dan kulit. Pemanfaatan jeroan ikan saat ini terbatas untuk pakan ternak. Kandungan enzim proteolitik yang melimpah pada jeroan ikan membuka kemungkinan pemanfaatan

jeroan ikan lebih lanjut. Jeroan ikan mengandung enzim pencernaan yang tinggi dan memungkinkan penggunaan enzim eksternal yang lebih sedikit untuk hidrolisis jeroan ikan (Ovissipour, 2008).

2.6 *Escherichia Coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri koliform yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Enterobacteriaceae merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan merupakan flora alami pada usus mamalia (Yang dan Wang 2014). Beberapa strain bakteri ini memberikan manfaat bagi manusia, misalnya mencegah kolonisasi bakteri patogen pada pencernaan manusia. Namun, ada beberapa kelompok lain yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, yang dikenal sebagai *E. coli* patogen. *Escherichia coli* patogen pertama kali teridentifikasi pada tahun 1935 sebagai penyebab diare (Manning 2010).

2.7 *Salmonella* sp

Salmonella adalah bakteri gram negatif dan terdiri dari famili Enterobacteriaceae. *Salmonella* merupakan bakteri patogenik enterik dan penyebab utama penyakit bawaan dari makanan (*foodborne disease*). Antigen *salmonella* terdiri dari tiga yakni antigen terluar O, flagella H dan kapsul Vi (*virulensi*). Terdapat lebih dari 2500 serotipe *salmonella* yang dapat menginfeksi manusia. Namun serotipe yang sering menjadi penyebab utama infeksi pada manusia adalah *Salmonella paratyphi* A,

Salmonella paratyphi B, *Salmonella paratyphi* C, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella typhi* (Kuswiyanto, 2017).

Spesies *Salmonella* dapat dibagi kepada dua yakni spesies *typhoidal* dan *non typhoidal*. Bagi kelompok *typhoidal* bisa menyebabkan demam tifoid dan untuk spesies *non typhoidal* bisa menyebabkan diare atau disebut enterokolitis. Spesies *typhoidal* adalah bakteri *Salmonella typhi* dan *Salmonella paratyphi* dan bakteri *Salmonella enteritidis* (Kuswiyanto, 2017). Organisme ini bisa kehilangan antigen H dan menjadi tidak motil. Hilangnya antigen O dapat menimbulkan perubahan bentuk koloni yang halus menjadi kasar. Antigen Vi juga dapat hilang sebagian atau seluruhnya. Antigen ini dapat diperoleh atau hilang pada proses transduksi (Brooks dkk., 2013).

Salmonella merupakan bakteri batang gram negatif yang pertumbuhannya anaerob fakultatif. Berukuran 1-3,5 μm x 0,5-0,8 μm , besar koloni rata-rata 2-4 mm. *Salmonella* mempunyai flagela peritrika yang dapat memberikan sifat motil pada *salmonella* tersebut. Flagela mengandung protein yang disebut flagellin yang memberi signal bahaya kepada sistem kekebalan tubuh. *Salmonella* adalah organisme yang mudah tumbuh pada medium sederhana, namun hampir tidak pernah memfermentasikan laktosa dan sukrosa. (Kuswiyanto, 2017).

2.8. Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm³ sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5g adalah logam ringan diantaranya Ca, Mg, Na, K dsb..Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul

tinggi. Menurut Darmono 1995 dalam Panjaitan (2009), faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (non degradable) dan mudah diabsorpsi.

Organisme pertama yang terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme dan tanaman yang tumbuh ditanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi antar organisme baik interaksi positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada hierarki rantai makanan tertinggi yaitu manusia.

Logam-logam berat diketahui dapat mengumpul didalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997). Terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun contohnya Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Logam berat esensial digunakan oleh tumbuhan untuk melangsungkan proses fisiologis dan metabolisme seperti Cu, Zn, Fe, Co dan Mn. Keberadaan logam esensial ini jika ditemukan dalam kondisi berlebih akan menimbulkan kerusakan organ bahkan bisa menyebabkan kematian pada organisme jika terpapar dalam jangka waktu yang panjang. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat Non esensial atau beracun

dimana keberadaannya dalam tubuh manusia belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain sebagainya.

Logam berat memiliki kareteristik yang sama dengan logam ringan, perbedaan keduanya terletak pada efek dan pengaruhnya terhadap tubuh organisme. Contoh, logam Fe (besi), diperlukan dalam darah pada kegiatan mengikat oksigen, sehingga unsur ini walaupun dalam konsentrasi tinggi di darah tidak memiliki efek negatif bagi tubuh organisme. Tetapi, beberapa logam berat lainnya akan bersifat racun (toksik) jika jumlahnya berlebihan di dalam tubuh. Karena itu, logam berat termasuk unsur penting yaitu bersifat trace element.

2.8.1.Arsen (As)

Arsen sudah dikenal sebagai raja toksik sejak zaman romawi, namun penggunaannya masih dilakukan hingga kini. International Agency for Research on Cancer dalam (Ginting, 2018) menyatakan bahwa Arsen berada pada kelas pertama sebagai bahan karsinogen tanpa nilai ambang batas minimum dimana dalam jumlah kecil Arsen dapat menimbulkan efek negatif untuk kesehatan manusia. Arsen banyak digunakan dalam bidang pertanian, natrium arsenit, kalsium arsenat, senyawa timbal arsenat, tembaga acearsenat, dan senyawa arsen organik digunakan sebagai pestisida. Arsen merupakan logam berat yang terkandung dalam pestisida jenis insektisida, herbisida, larvasida, dan fungisida (Dewi dan Purbalisa, 2017). Selain itu Arsen digunakan sebagai campuran logam lain dalam proses pembuatan pestisida (Jang et al., 2016).

Arsen dapat menimbulkan pencemaran pada tanah, air, biji, atau buah, maupun badai air seperti sungai. Arsen dikategorikan sebagai risiko kontaminasi

tinggi terutama di tanah pertanian (Zubairi et al., 2021). Kadar arsen pada tanah yang tidak terkontaminasi arsen mengandung antara 0,2 mg/kg arsen, sedangkan tanah terkontaminasi mengandung konsentrasi arsen rata-rata lebih dari 550 mg/kg.

2.8.2. Mercury (Hg)

Merkuri (Hg) atau air raksa adalah logam yang ada secara alami, merupakan satu-satunya logam yang pada suhu kamar berwujud cair. Logam murninya berwarna keperakan/putih keabuan-abuan, cairan tak berbau, dan mengkilap. Bila dipanaskan sampai suhu 3570C, Hg akan menguap. Walaupun Hg hanya terdapat dalam konsentrasi 0,08 mg/kg kerak bumi, logam ini banyak tertimbun di daerah penambangan. Hg lebih banyak digunakan dalam bentuk logam murni dan organik daripada bentuk anorganik. Logam Hg dapat berada pada berbagai senyawa. Bila bergabung dengan klor, belerang, atau oksigen, Hg akan membentuk garam yang biasanya berwujud padatan putih.

Merkuri (Hg) terdapat di udara dari deposit mineral dan dari area industri. Logam Hg yang ada di air dan tanah terutama berasal dari deposit alam, buangan limbah, dan aktivitas vulkanik. Logam Hg dapat pula bersenyawa dengan karbon membentuk senyawa Hg organik. Manusia telah menggunakan mercury oksida (HgO) dan mercury sulfida (HgS) sebagai zat pewarna dan bahan kosmetik (kream pemutih) diduga juga untuk pewarna bibir dan krim antiseptik digunakan secara meluas dalam produk lampu neon, baterai, thermometer, industri pembuatan cat, pembuatan gigi palsu, peleburan emas, pembasmi serangga (racun tikus) dan lain-lain (Darmono, 1995).

2.8.3. Timbal (pb)

Timbal (Pb) adalah jenis logam berat yang bersifat toksik yang ketika masuk ke dalam tubuh akan terikat dengan protein sehingga hanya sedikit yang dieksresikan (Anindhita et al., 2014). Timbal (Pb) disebut juga timah hitam yang lunak dan berwarna coklat kehitaman. Logam Pb termasuk dalam kelompok logam golongan IV-A pada Tabel periodik unsur kimia dengan nomor atom (Na) 82 dan bobot atom atau berat atom (BA) 207,2 (Palar, 1994). Timbal merupakan logam yang mempunyai empat bentuk isotop, berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5°C dan titik didih pada 1740°C di atmosfer (Gusnita, 2012).

Timbal (Pb) dapat ditemukan di dalam tanah, udara dan air. Keberadaan Timbal (Pb) di dalam perairan (sungai, kolam, danau dan laut) dapat terjadi secara alami yaitu dengan bantuan air hujan yang mengandung kristal logam Timbal (Pb) jatuh ke dalam sungai, danau atau laut dan lain-lain. Keberadaan logam Timbal (Pb) di perairan juga dapat terjadi akibat aktivitas manusia (Raharjo, 2016) baik dilakukan manusia secara sengaja ataupun tidak Menurut Darmono di dalam Adhani dkk (2018) menuliskan bahwa Timbal (Pb) dapat berbentuk logam murni (senyawa inorganik dan organik) memiliki efek toksisitas yang sama bagi makhluk hidup pada bentuk apapun. Ada dua mekanisme bagaimana timbal (Pb) yang terdapat dalam tanah, dapat masuk ke dalam jaringan tumbuhan, yaitu pengambilan yang dilakukan organ akar dan daun (Wiyantoko dkk, 2017). Timbal (Pb) yang diserap akan masuk ke dalam sistem transportasi bersamaan dengan itu terjadi pengikatan oleh membran sel, mitokondria, dan kloroplas.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November - Desember 2023 bertempat di Laboratorium Eksakta Universitas Kristen Artha Wacana Kupang, untuk pembuatan pupuk organik cair menggunakan limbah padat ikan. Kemudian pengujian terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella* Sp dan Logam Berat (Arsen, Merkuri, Timbal) dilakukan di Laboratorium Saraswanti Genetech Bogor.

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian pembuatan pupuk organik cair adalah mol (alat penggiling), baskom, piring, sendok, saringan kain, saringan teh, gelas ukur plastik 500 ml, corong plastik, pisau, kain lap, selang water pass, alat solder, timbangan analitik, kertas label, lem tembak dan botol bekas (volume 1,5 liter dan 600 ml). Sedangkan alat yang digunakan dalam penentuan kandungan *Salmonella* sp adalah

kolom filtrasi, media agar salmonella-shigella (ss agar), media Rappaport-Vassiliadis (RV agar), dan media Hektoen Enteric agar (HE agar), petri dish, inkubator. Sedangkan alat yang digunakan dalam penentuan kandungan *Escherichia coli* adalah **pompa filtrasi, membran filtrasi**, autoklaf, media EC agar (*Escherichia coli* agar), inkubator, mikropipet, alat vortex, termometer, dan peralatan sterilisasi lainnya yang diperlukan untuk persiapan dan penanganan sampel. Dan alat yang digunakan dalam penentuan unsur-unsur kandungan logam berat adalah **Inductively Coupled Plasma -Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)**, pompa peristaltik, nebulizer, plasma torch, optical emission spectrometer, detektor, **peralatan pemurnian air**, peralatan pencuci, **autoklaf**, komputer dan perangkat lunak untuk mengontrol peralatan, merekam data, dan menganalisis hasil.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan pupuk organik cair adalah limbah ikan, molase, aquades dan EM4. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penentuan kandungan *Salmonella* sp dan *Escherichia coli* adalah RVS agar (Rappaport-Vassiliadis agar), **XLD agar (Xylose Lysine Deoxycholate agar)**, SS agar (Salmonella-Shigella agar), **Buffer Peptone Water**, **Membran Filtrasi**, media m-ENDO agar, Lauryl Sulfate Broth (LSB), **Phosphate Buffer Solution (PBS)**, **larutan stok escherichia coli**, sedangkan bahan yang digunakan dalam penentuan unsur-unsur kandungan logam berat adalah sampel pupuk cair, Aquades, Larutan standar (As,Hg,Pb), HNO₃ pekat, H₂SO₄.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif komparatif yaitu : suatu metode yang digunakan untuk membandingkan data penelitian yang diperoleh dengan fakta-fakta yang ada dan menjelaskan antara hubungan satu faktor dengan faktor yang lain (Sugiyono 2012). Sedangkan untuk uji laboratorium digunakan metode pengujian *Escherichia coli*, *Salmonella* sp dan Logam Berat (Arsen, Merkuri, Timbal) yang mengacu pada Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenhahan Tanah

3.4 Prosedur Penelitian

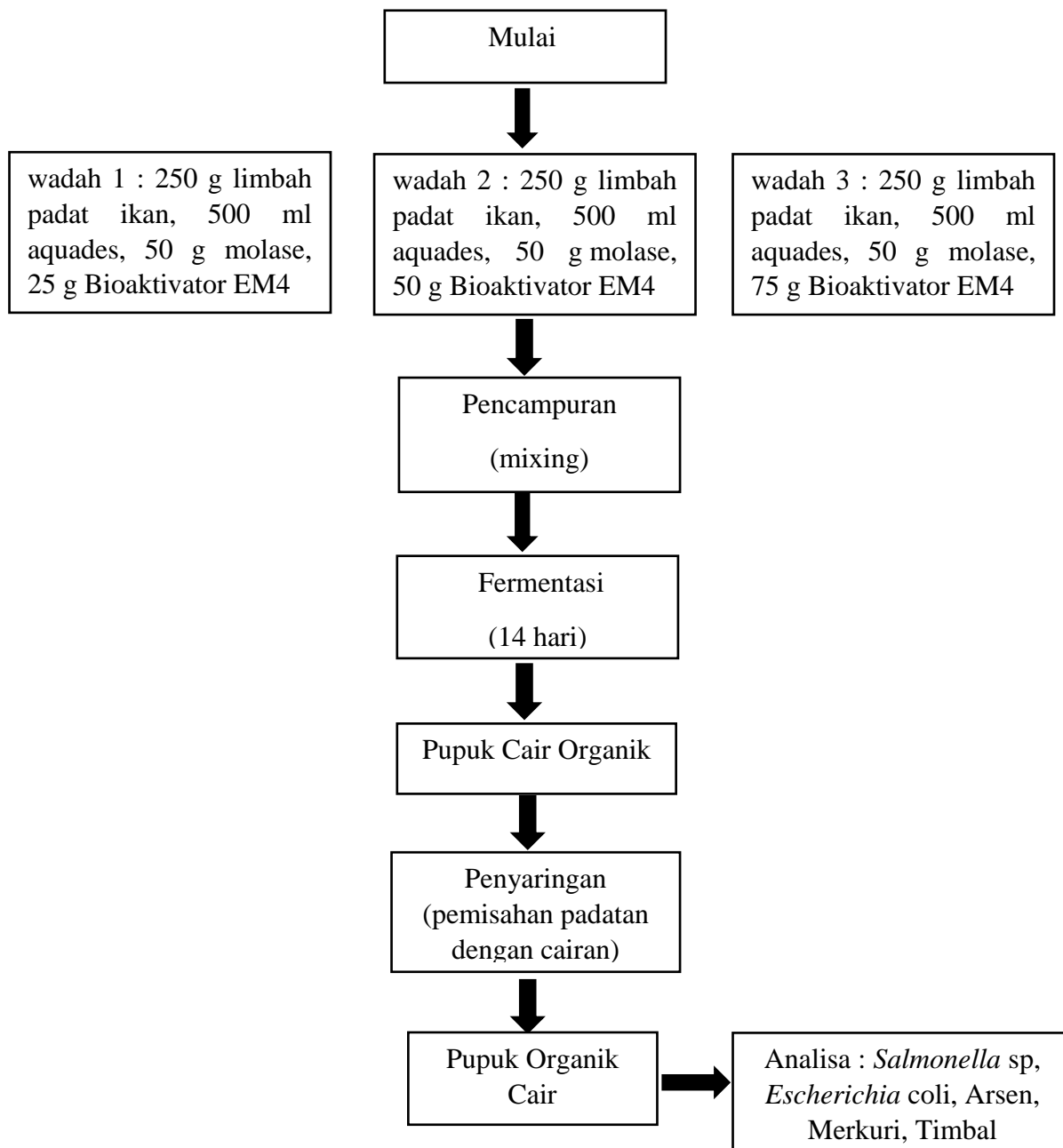
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

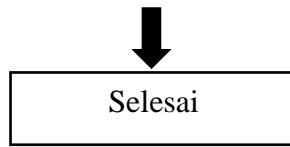
Pembuatan pupuk organik cair di awali dengan persiapan alat dan bahan. Bahan yang disiapkan adalah limbah padat perikanan yang telah dibersihkan dan juga telah dihancurkan, aquades, molase dan juga EM4. Alat yang perlu disiapkan adalah baskom sebagai tempat untuk menghomogenkan campuran bahan, piring sebagai wadah untuk menimbang berat bahan, sendok sebagai pengaduk, timbangan analitik untuk menimbang berat bahan, mol (mesin penggiling) untuk menghaluskan limbah padat perikanan, gelas ukur untuk mengukur aquades yang dibutuhkan, kain lap untuk menjaga kebersihan alat dan juga membersihkan wadah dari kotoran, saringan kain dan saringan teh untuk menyaring hasil fermentasi, pisau untuk membantu mengecilkan limbah sebelum dihaluskan, kertas label untuk memberi label pada wadah yang akan digunakan untuk fermentasi, botol bekas yang bervolume 1,5 liter dan 600 ml sebagai wadah fermentasi (dicuci dan disterilkan), alat solder untuk

melubangkan tutup botol yang akan dipakai, selang water pass sebagai penghubung antara botol besar dan botol kecil, lem tembak berfungsi untuk memastikan tidak adanya lubang pada tutup botol, corong plastik untuk membantu memasukan campuran bahan ke dalam botol fermentasi dan kertas lakmus untuk mengukur nilai pH.

3.4.2 Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan proses anaerob (tidak membutuhkan oksigen), dilakukan dalam wadah tertutup yang memiliki volume kurang lebih 2 liter. Semua bahan di timbang sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan dan di homogenkan dalam baskom sebelum dimasukan ke botol fermentasi. Dimulai dengan limbah padat yang telah dihancurkan ditimbang sebanyak 250 gram, molase sebanyak 50 gram, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 500 ml, dilanjutkan dengan penambahan bioaktivator EM4 dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 10% (25 gram) , 20% (50 gram) dan 30% (75 gram) pada setiap perlakuan. Setelah siap, di kondisikan dalam keadaan anaerob selama 14 hari. Setelah didiamkan selama 14 hari didalam wadah yang tertutup hasil fermentasi disaring untuk dipisahkan padatan dan cairan nya. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan pupuk organik cair tersebut (*Salmonella sp*,*Escherichia Coli*) dan kandungan logam berat (Arsen, Merkuri, Timbal).





Gambar 3. Diagram Alur Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Padat Perikanan.

3.5 Prosedur Pengujian *Salmonella* sp

1. Preparasi Porsi Uji dan Suspensi Awal

Timbang 25 g atau mL porsi uji ke dalam 225 mL buffered peptone water (BPW). Homogenkan. Jika porsi uji yang digunakan selain 25 g, tambahkan BPW dalam jumlah yang sesuai untuk menghasilkan pengenceran 1/10

2. Pra-pengayaan Non-selektif

Inkubasi pada suhu 34°C – 38°C, selama 18 ± 2 jam

3. Pengayaan Selektif

Pindahkan 0.1 mL biakan dari pra-pengayaan selektif ke dalam tabung RVS broth atau ke permukaan cawan MSR agar dengan menginokulasi 1 hingga 3 titik dengan jarak yang sama pada permukaan medium. Pindahkan 1 mL biakan dari yang sudah diinkubasi pada tahapan pra-pengayaan ke dalam tabung berisi 10 mL MKTTn broth. Inkubasi RVS : 41.5°C selama 24±3 jam, MSR : 41.5°C selama 24±3 jam, jangan membalik cawan. MKTTn: 34-38°C selama 24±3 jam. Salmonella pada MSR agar: koloni berwarna putih keabuan, zona keruh yang meluas keluar dari tetesan inokulasi

4. Plating out

Inokulasi permukaan cawan medium selektif dengan biakan dari pengayaan selektif (RVS dan MKTTn) menggunakan Ose 10 μ L. Untuk biakan dari agar MSRV, tentukan titik terjauh pertumbuhan buram dari titik inokulasi dan ambil 1 μ L Ose tepat di dalam batas pertumbuhan buram (pastikan tidak ada agar yang terambil). Inokulasikan permukaan medium selektif, balik cawan dan inkubasi pada suhu 34°C – 38°C, 24 \pm 3 jam. Periksa kehadiran koloni khas dan koloni tidak khas (lihat catatan) yang mungkin salmonella. XLD: koloni dengan bagian tengah hitam dan zona transparan yang terang dengan warna kemerah-merahan, BGA: koloni berwarna putih hingga merah, koloni tidak tembus cahaya dikelilingi oleh zona merah pada media, HEA: koloni berwarna hijau kebiruan dengan atau tanpa titik hitam (H \square S)

5. Uji Konfirmasi

a. Pemilihan Koloni Untuk Uji Konfirmasi

Tandai koloni tersangka pada masing-masing cawan. Pilih setidaknya satu koloni khas atau tersangka. Jika koloni ini negatif, pilih hingga empat koloni tersangka lainnya, gores koloni yang dipilih ke permukaan medium non-selektif (misal. NA) kemudian inkubasi pada suhu 34°C – 38°C selama 24 \pm 3 jam. Gunakan biakan murni untuk konfirmasi biokimia dan serologi.

b. Uji Konfirmasi Biokimia

1) TSI agar

Gores permukaan agar miring dan tusuk bagian tegaknya. Inkubasi pada suhu 34°C– 38°C selama 24 \pm 3 jam. Salmonella: bagian miring merah (alkalin), agar tusukan kuning (asam), terbentuk gas dan H₂S

2) Urea Agar

Gores permukaan miring agar urea. Inkubasi pada suhu 34°C – 38°C selama hingga 24 jam. Salmonella: negatif (tidak ada perubahan warna). Reaksi seringkali muncul setelah 2 – 4 jam

3) Media L-Lysine Decarboxylase

Inokulasi media L-lysine decarboxylation (LDB). Inkubasi pada suhu 34°C– 38°C selama 24 ± 3 jam. Salmonella: Positif (Warna ungu dan adanya kekeruhan)

4. Deteksi β-galaktosidase

Inokulasi tabung berisi 0.25 mL larutan saline dengan 1 Ose koloni tersangka. Tambahkan 1 tetes toluena dan kocok tabung. Simpan tabung dalam water bath dan atur pada suhu 34°C – 38°C dan biarkan beberapa menit (kira-kira 5 menit). Tambahkan 0.25 mL pereaksi untuk deteksi β-galaktosidase dan campurkan. Masukkan kembali tabung ke dalam water bath dan atur pada suhu 34°C – 38°C, biarkan selama 24 jam. Salmonella: negatif (tidak ada perubahan warna) reaksi seringkali muncul setelah 20 menit.

5. Media untuk Reaksi Indol

Inokulasi tabung berisi 5 mL media tryptone/tryptophan dengan koloni tersangka. Inkubasi pada suhu 34°C – 38°C selama 24 ± 3 jam, tambahkan 1 mL pereaksi kovac. Salmonella: negatif (membentuk cincin kuning kecoklatan)

c. Uji Serologi

1) Eliminasi Strain Auto-agglutinable

Tambahkan 1 tetes larutan saline ke gelas objek, campurkan koloni dengan tetesan saline menggunakan Ose untuk memperoleh suspensi yang homogen dan keruh. Ayunkan gelas objek perlahan selama 30 – 60 detik, amati hasil pada latar yang gelap, lebih baik menggunakan kaca pembesar. Jika bakteri telah membentuk butiran dalam suspensi, hal ini menunjukkan auto-aglutinasi dan konfirmasi serologi menjadi rumit

2) Pemeriksaan Antigen O

Dengan menggunakan koloni murni yang tidak menggumpal (non-autoagglutinating), lakukan prosedur eliminasi strain auto-agglutinabe dengan cara mengganti larutan saline dengan serum anti-O. Hasil: positif (terjadi penggumpalan/aglutinasi)

3) Pemeriksaan Antigen Vi

Dengan menggunakan koloni murni yang tidak menggumpal (non-autoagglutinating), lakukan prosedur eliminasi strain auto-agglutinabe dengan cara mengganti larutan saline dengan serum anti-Vi. Hasil: Positif (terjadi penggumpalan/aglutinasi)

4) Pemeriksaan Antigen H

Dengan menggunakan koloni murni yang tidak menggumpal (non-autoagglutinating), lakukan prosedur eliminasi strain auto-agglutinabe dengan cara mengganti larutan saline dengan serum anti-H. Hasil: positif (terjadi penggumpalan/aglutinasi)

6. Interpretasi Hasil

Nyatakan ada atau tidaknya salmonella dalam porsi uji sebagai positif atau negatif per 25 g atau per 25 mL atau sesuai dengan porsi uji yang digunakan.

3.6 Prosedur Pengujian *Escherichia coli*

1. Preparasi Porsi Uji, Suspensi Awal dan Pengenceran

Timbang x g atau x mL porsi uji ke dalam 9x mL buffered peptone water (BPW), Homogenkan.

2. Inokulasi dan Inkubasi Media Pengayaan Selektif

Pindahkan 10 mL suspensi awal pada 10 mL LST double strength lalu, 1 mL suspensi awal ke dalam 9 mL LST single strength. Untuk pengenceran lebih lanjut, pindahkan 1 mL dari hasil pengenceran suspensi awal ke dalam 9 mL LST single strength. Inkubasi media LST yang sudah diinokulasi pada suhu 37°C, selama 24±2 jam. Jika tidak ada pembentukan gas dan kekeruhan, inkubasi kembali sampai dengan 48±2 jam.

3. Inokulasi dan Inkubasi Media Selektif (EC Broth)

LST double strength: jika teramati kekeruhan, berkabut atau penampakan gas

LST single strength: jika penampakan gas teramati. Inokulasikan pada tabung EC broth dan inkubasikan dalam penangas air atau inkubator pada suhu 44°C selama 24±2 jam. Jika tidak terlihat gas dalam EC broth setelah 24±2 jam, lanjutkan inkubasi hingga total waktu inkubasi 48±2 jam

4. Inokulasi dan Inkubasi Peptone Water

Setelah inkubasi, jika teramati pembentukan gas, inokulasikan pada tabung peptone water (44°C) dan Inkubasi pada suhu 48 ± 2 jam pada suhu 44 °C

5. Pengujian untuk Produksi Indol

Tambahkan 0.5 mL pereaksi indol ke dalam tabung peptone water yang sudah diinkubasi. Kocok merata dan amati setelah 1 menit. *Escherichia coli*: reaksi positif (warna merah dalam fase alkohol)

6. Interpretasi Hasil

Hitung angka paling mungkin (APM) dari jumlah tabung positif pada masing-masing pengenceran.

3.7 Prosedur Pengujian Logam Berat Secara *Icp-Oes*

1. Buat deret standar campuran logam minimal 6 titik konsentrasi
2. Timbang 0.5-1.0 gram atau pipet 0.5-2 mL porsi uji ke dalam vessel
3. Tambahkan HNO₃(p) (khusus analit Sn ditambahkan 2.5 mL HNO₃(p) dan 7.5 mL HCl(p))
4. Tambahkan HNO₃(p) (khusus analit Sn ditambahkan 2.5 mL HNO₃ (p) dan 7.5 mL HCl(p)) diamkan selama 15 menit
5. Tutup vessel, destruksi dalam microwave digester
6. Pindahkan hasil destruksi ke dalam labu ukur 50 mL
7. Tambahkan internal standar Natrium 100 mg/L
8. Encerkan dengan akuabides sampai tanda tera, homogenkan
9. Saring larutan dengan syringe filter RC/GHP 0.20 µm
10. Ukur intensitas larutan uji dalam sistem *ICP-OES*

Perhitungan kadar logam dalam sampel dengan menggunakan kurva Linearitas dengan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Logam/Mineral (ppm, mg/L, mg/Kg)} = \frac{A_{\text{spl}} - a}{b} \times V \times fp \text{ atau } \frac{A_{\text{spl}} - a}{W_{\text{spl}} \text{ atau } V_{\text{spl}}}$$

Keterangan :

A_{sp} : Intensitas sampel

a : Intercept dari kurva kalibrasi

Standar b : Slope dari kurva kalibrasi

Standar fp : Faktor pengenceran

V : Volume akhir larutan uji (ml)

W_{spl} : Bobot penimbangan porsi uji (g)

V_{spl} : volume pipetasi porsi uji (ml)

3.8 Variabel Penelitian

3.8.1 *Samonella* sp

Identifikasi *salmonella* sp mengacu pada ISO 6579-1:2017/AMD 1:2020 yang terdiri dari tahapan persiapan sampel, pengayaan selektif, plating out, konfirmasi dengan uji biokimia dan serologi, hingga interpretasi hasil akhir.

3.8.2 *Escherichia Coli*

Identifikasi *Escherichia coli* menggunakan media selektif yang mendukung pertumbuhan bakteri tersebut, serta uji indol sebagai salah satu tes konfirmasi yang mengacu pada SNI ISO 7251:2012.

3.8.3 Arsen (As)

Pengujian Arsen (AS) dilakukan dengan menggunakan *ICP-OES* untuk mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan oleh ion-ion arsen dalam plasma. Intensitas ini berbanding lurus dengan konsentrasi arsen dalam larutan sampel. Dengan membandingkan intensitas cahaya yang diukur dengan kurva kalibrasi dari standar yang telah dipersiapkan sebelumnya, konsentrasi arsen dalam sampel dapat dikuantifikasi dengan akurat. Hasil pengukuran diterjemahkan menjadi konsentrasi arsen dalam sampel, yang kemudian dapat dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan.

3.8.4 Merkuri (Hg)

Pengujian Merkuri (Hg) dilakukan dengan menggunakan *ICP-OES* untuk mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan oleh ion-ion merkuri dalam plasma. Intensitas ini berkorelasi langsung dengan konsentrasi merkuri dalam larutan sampel.

Dengan menggunakan kurva kalibrasi yang telah disiapkan sebelumnya menggunakan standar yang diketahui, konsentrasi merkuri dalam sampel dapat dikuantifikasi secara akurat. Hasil pengukuran diinterpretasikan untuk menentukan konsentrasi merkuri dalam sampel. Konsentrasi ini dapat dibandingkan dengan standar yang berlaku

3.8.5 Timbal (Pb)

Pengujian Timbal (Pb) dilakukan dengan menggunakan *ICP-OES* untuk mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan oleh ion-ion timbal dalam plasma. Intensitas ini berkorelasi langsung dengan konsentrasi timbal dalam larutan sampel. Dengan menggunakan kurva kalibrasi yang telah disiapkan sebelumnya menggunakan standar yang diketahui, konsentrasi timbal dalam sampel dapat dikuantifikasi secara akurat. Hasil pengukuran diinterpretasikan untuk menentukan konsentrasi timbal dalam sampel. Konsentrasi ini dapat dibandingkan dengan standar yang berlaku.

3.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan cara membandingkan dengan standar pada Keputusan Menteri Pertanian Republic Indonesia No. 261 Tahun 2019, untuk mengetahui kandungan *Escherichia coli*, *Salmonella sp* dan Logam Berat yang terdapat dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Mikroba

4.1.1 Kandungan *Salmonella* sp

Hasil uji laboratorium kandungan *Salmonella* sp dan *Esherichia Coli* pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus* sp) dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

Tabel 4 Hasil parameter uji *Salmonella* sp.

Perlakuan	Unit	Simplo	Duplo	Rata-rata	Keterangan
P1	/ 25 mL	Negatif	Negatif	-	< 1 x 10 ²
P2	/ 25 mL	Negatif	Negatif	-	< 1 x 10 ²
P3	/ 25 mL	Negatif	Negatif	-	< 1 x 10 ²

Tabel 4 diatas menunjukkan hasil pengujian kandungan *Salmonella* sp pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus* sp) adalah Negatif artinya Tidak ada deteksi *Salmonella* sp dalam sampel pupuk organik cair. Ini menunjukan bahwa pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus* sp) tidak mengandung *salmonella* sp. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob yang dapat tumbuh pada suhu 5-47°C. Berdasarkan baku mutu yang digunakan, yaitu Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019, nilai baku mutu untuk mikroba *Salmonella* sp adalah < 1 x 10². Jika dibandingkan antara hasil uji laboratorium dan baku mutu yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 4 yang telah sesuai dengan baku mutu yang digunakan

4.1.2 Kandungan *Escherichia coli*

Tabel 5. Hasil Parameter uji *Escherichia coli*

Perlakuan	Unit	Simplo	Duplo	Rata-rata	Keterangan
------------------	-------------	---------------	--------------	------------------	-------------------

P1	MPN / mL	0	0	-	$< 1 \times 10^2$
P2	MPN / mL	0	0	-	$< 1 \times 10^2$
P3	MPN / mL	0	0	-	$< 1 \times 10^2$

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian kandungan *Escherichia coli* pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) adalah 0 artinya Tidak ditemukan adanya *Escherichia coli* dalam sampel pupuk organik cair. Ini menunjukkan bahwa pupuk organik cair dari limbah ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) tidak mengandung *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Kusuma,2010).

Berdasarkan baku mutu yang digunakan, yaitu Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019, nilai baku mutu untuk *Escherichia coli* adalah $< 1 \times 10^2$. Jika dibandingkan antara hasil uji laboratorium dan baku mutu yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 5 yang telah sesuai dengan baku mutu yang digunakan karena dibawah standar baku mutu.

pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam media penguraian bahan organik. Menurut Gita dan Ika (2013) faktor pH sangat berperan dalam dekomposisi anaerob karena pada rentang pH yang tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian.

Berdasarkan penelitian Septordiy (2024), Hasil analisis tingkat keasaman pH menunjukkan bahwa pupuk organik cair dari limbah padat perikanan dengan penambahan bioaktivator EM4 diperoleh informasi bahwa nilai keasaman pH tertinggi terdapat pada perlakuan EM4 P3 (30%) dengan lama fermentasi 14 hari yaitu dengan nilai 7,00 dan pH terendah terdapat pada perlakuan P1 (10%) yaitu dengan nilai 6,33. Perubahan nilai pH yang terjadi selama perlakuan dipengaruhi oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4.

Pupuk organik cair bisa saja mengandung *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Bakteri ini dapat membahayakan kesehatan manusia, terutama jika dikonsumsi. Selain itu *E. coli* juga dapat menyerang sistem saraf pusat pada manusia. Lalu menurut Tirado and Schmidt (2001), infeksi yang diakibatkan oleh *Salmonella* sp melalui makanan yang dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan penyakit radang usus. Selain membawa penyakit, menurut Karim et al., (2014), adanya aktivitas mikroba kontaminan dalam proses pengomposan dalam pupuk cair dapat mengganggu kehidupan bakteri yang menguntungkan selama proses fermentasi. Penyebab ada atau tidaknya mikroba seperti *E. coli* dan *Salmonella* dalam pupuk organik cair dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- 1) Sumber bahan baku : Kualitas dan kebersihan bahan baku organik yang digunakan dalam pembuatan pupuk dapat mempengaruhi kemungkinan keberadaan mikroba patogen seperti *E. coli* dan *Salmonella*.
- 2) Proses produksi : Proses produksi pupuk organik cair, seperti fermentasi atau pengomposan, dapat mempengaruhi populasi mikroba di dalamnya. Proses yang

baik dan terkontrol dapat membantu mengurangi risiko kontaminasi oleh mikroba patogen.

3) Suhu dan kelembapan: Lingkungan di mana pupuk disimpan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Suhu dan kelembapan yang tinggi dapat menciptakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan mikroba patogen.

4) Penggunaan bahan tambahan : Penambahan bahan kimia atau bakteri pengurai tertentu dalam produksi pupuk organik cair dapat membantu mengendalikan pertumbuhan mikroba patogen.

5) Pengemasan dan penanganan : Proses pengemasan dan penanganan pupuk organik cair juga dapat memengaruhi kemungkinan kontaminasi oleh mikroba patogen. Penanganan yang bersih dan steril dapat membantu mencegah kontaminasi.

4.2 Logam Berat

Hasil uji laboratorium cemaran logam berat Arsen (As), Merkuri (Hg), dan Timbal (Pb) pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus Sp*) dapat dilihat pada Tabel 6, 7, dan 8.

4.2.1 Logam Berat Arsen (As)

Tabel 6. Hasil Parameter Uji Arsen (As)

Perlakuan	Unit	Simplo	Duplo	Rata-rata	Keterangan
P1	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.008	Maks 5,0

P2	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.008	Maks 5,0
P3	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.008	Maks 5,0

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil uji laboratorium pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) didapatkan bahwa nilai logam berat berupa Arsen (As) tidak terdeteksi karena konsentrasi arsen dalam sampel sangat rendah, berada di bawah 0.008 mg/L. Arsen dapat menimbulkan pencemaran pada tanah, air, biji, atau buah, maupun sungai.

International Agency for Research on Cancer dalam (Ginting, 2018) menyatakan bahwa Arsen berada pada kelas pertama sebagai bahan karsinogen tanpa nilai ambang batas minimum dimana dalam jumlah kecil Arsen dapat menimbulkan efek negatif untuk kesehatan manusia. Kadar Arsen pada tanah yang tidak terkontaminasi Logam Arsen berkisar antara 0,2 mg/kg Arsen, sedangkan tanah yang terkontaminasi Logam Arsen memiliki konsentrasi rata-rata lebih dari 550 mg/kg

4.2.2 Logam Berat Merkuri (Hg)

Tabel 7. Hasil Parameter Uji Merkuri (Hg)

Perlakuan	Unit	Simplo	Duplo	Rata-rata	Keterangan
P1	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.004	Maks 0,2

P2	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.004	Maks 0,2
P3	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.004	Maks 0,2

Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil uji laboratorium pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) didapatkan bahwa nilai logam berat berupa Mercury (Hg) tidak terdeteksi. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri dalam pupuk organik cair sangat rendah, di bawah 0.004 mg/L. Mercury (Hg) hanya terdapat dalam konsentrasi 0,08 mg/kg.

4.2.3 Logam Berat Timbal (Pb)

Tabel 8. Hasil Parameter Uji Timbal (Pb)

perlakuan	Unit	Simplo	Duplo	Rata-rata
P1	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.009
P2	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.009
P3	mg / L	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	0.009

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil uji laboratorium pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) didapatkan bahwa nilai logam Timbal (Pb) tidak terdeteksi. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi Timbal dalam pupuk organik cair sangat rendah, di bawah 0.009 mg/L. Artinya dalam pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) yang telah dibuat, tidak mengandung logam berat Arsen (As), Merkuri (Hg), dan Timbal (Pb). Beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan logam berat seperti arsen (As), merkuri (Hg), dan timbal (Pb) dalam pupuk organik cair meliputi :

- 1) Sumber bahan baku : Pupuk organik cair yang dibuat dari bahan baku organik yang bersih dan bebas dari kontaminasi logam berat akan cenderung tidak mengandung logam berat tersebut.
- 2) Proses produksi : Proses pembuatan pupuk organik cair yang baik dan terkendali dapat mengurangi kemungkinan kontaminasi logam berat. Penerapan prosedur sanitasi dan pengujian yang ketat dapat membantu memastikan keamanan produk.
- 3) Penggunaan bahan tambahan : Penambahan bahan tambahan seperti enzim atau mikroba tertentu dalam proses fermentasi dapat membantu dalam mengurangi kandungan logam berat dengan mempercepat dekomposisi bahan organik.
- 4) Pengawasan kualitas : Pengujian rutin terhadap pupuk organik cair untuk mendeteksi keberadaan logam berat dapat memastikan bahwa produk yang dihasilkan aman untuk digunakan sebagai pupuk tanaman.

Berdasarkan baku mutu yang digunakan yaitu Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019, disebutkan bahwa nilai baku mutu untuk parameter As, Hg, dan Pb berturut adalah maksimal 5 ppm, maksimal 0,2, dan maksimal 5 ppm. Oleh karena itu, hasil laboratorium untuk uji parameter logam berat pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Menurut Suriadikarta & Setyorini (2006), adanya logam berat ataupun bahan beracun dapat membahayakan kesehatan manusia.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil uji laboratorium, didapatkan bahwa hasil untuk kandungan *Escherichia coli* adalah 0 dan *Salmonella* sp Negative, artinya tidak ada deteksi *Salmonella* sp dan kandungan sedangkan untuk kandungan logam berat Arsen (As), Merkuri (Hg), dan Timbal (Pb) tidak terdeteksi, ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat untuk Arsen 0.008, Merkuri 0.004, Timbal 0.009 sangat rendah . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus* sp) telah sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian Republic Indonesia No. 261 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Pupuk Oganik, Pupuk Hayati Dan Pembenahan Tanah, karena tidak mengandung *Escherichia coli*, *Salmonella* sp dan logam berat. Artinya semua perlakuan (P1, P2, P3) tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis menyarankan untuk malakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan kakap merah (*Lutjanus* sp).

DAFTAR PUSTAKA

- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2007. Indonesian Fisheries Statistics Index 2006. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
A Commercial Neutral Protease'.Bioresource Technology 99 : 4105-4111

- Adhani.,Husaini. 2018. Logam Berat Sekitar Manusia. Lambung Mangkurat University Press.
- Anonim. 2003a. Pencemaran logam berat di Waduk Cirata dan Saguling. <http://www.dkp.go.id/content.php?c=259> .Diakses 26 Januari 2007.2 pp.
- Bachtiar, B., dan Ahmad, H.A. 2019. Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassiasiaemea Dengan Penambahan Aktivator Promi. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Badan Usaha Milik Negara. 2011. Pengertian, Fungsi, dan Macam-Macam Pupuk-
http://www.bumn.go.id/ptpn5/id/galeri/pengertian-fungsi-dan-macam_macam_pupuk/. Diakses 3 Desember 2012.
- Bhaskar N dan Mahendrakar NS. 2008. 'Protein hy drolisate from visceral waste protein of Catla (Catla catla) : Optimization Of Hydrolysis Condition For
- Bhaskar, N., Benila T., Radha C., Lalitha R. G. (2008). Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of Catla (Catla catla) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease. Journal of Bioresource Technology. 99 (10): 335-343
- BPTP Aceh. 2011. Modul Mengembalikan Kesuburan Tanah. Hal 17. [http://nad.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=comcontent & view = section & id = 4 & Itemid = 10](http://nad.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=comcontent&view=section&id=4&Itemid=10). Diakses 3 Desember 2012
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J., Morse, S., and Meitzner, T.A.2013.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J., Morse, S., and Meitzner, T. A. 2013. Jawetz, Melnick, and Adelberg's Medical Microbiology 26th edition. Mc Graw-Hill. New York.
- Darkuni, M., & Noviar. (2001). MIKROBIOLOGI (Bakteriologi, Virologi, dan Mikologi) Malang.
- Darmono,1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup, UI Press, Jakarta. Lingkungan Hidup dan Pencemaran: hubungannya dengan toksikologi senyawa logam, UI Press, Jakarta.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia (UI) Press: Jakarta.
- Davis, J. G., M. A. P. Brown, C. Evans, and J. Mansfield. 2004. The Integration ofFoliar Aplied Saeweed And Fish Into The Fertility Management of Organically Grown Sweet Papper. Organic Farming Research Fondation
- Dewi,T. & W. Purbalisa. Pengaruh Kadar Arsen Tinggi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS, 2017. 148-152.
- Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Riau. 2011.Pupuk. <http://distan.riau.go.id/index.php/component/content/article/> 53-pupuk 33 pupuk. Diakses 2 Desember 2012
- Em4 Indoneisa. 2013. EM-4 Pertanian. <http://www.em4indonesia.com/produksi/pertanian>. Diakses 30 Maret 2013.
- Escherichia Coli Serotype.The New England Journal of Medicine,1244– 1248 Logam Timbal Pada Pupuk Anorganik Nitrogen Phospor Kalium (NPK) Padat. Universitas Islam Indonesia. Vol. 6, No 1 April 2017.

- Fitria, Y. 2008. Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (Effective Microorganism 4). Tugas Akhir. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Food Fertilizer Technology Center (FFTC). 1997. Quality control for organic fertilizer. News Letter 117. Food and Fertilizer Technology Center, Taiwan, ROC
- Ginting, E. E. 2018. Analisis Arsen Pada Berbagai Jenis Beras Yang Beredar Di Kota Medan Dengan Spektrofotometri Serapan Atom.
- Gusnita, D. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensen Bertimbal. Berita Dirgantara, 13(3), 95–101.
- Hadisuwito, S., 2008, Membuat Pupuk Kompos Cair, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Hapsari, N. dan Welasi, T. (2013). Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik. Jurnal Teknik Lingkungan, 2(1), 1-6.
- Higa, T. dan Parr, JF. 1995. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. Soil Microbiologist Agricultural Research Service, US. Department of Agriculture Beltsville. Maryland.
- Ibrahim B. 2005. Kaji ulang sistem pengolahan limbah cair industri hasil perikanan secara biologis Infection, Ed ke-2. New York: Chelsea Publishers.
- Jang, Y., Y. Somanna & H. Kim 2016. Source, Distribution, Toxicity and
- Karim, F. A., Swatawati, F., & Anggo, A.D. (2014). Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan. Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan, 13, 52–58.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. [KKP] 2010. Indonesian Fisheries Statistics Index 2009. Jakarta: Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembinaan Tanah.
- Kusuma, S.A.F. 2010. Escherichia coli. Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran: Bandung.
- Kuswiyanto. 2017. Bakteriologi 2 : Buku Ajar Analisis Kesehatan. Eka Anisa Mardela, editor. Jakarta. Buku Kedokteran EGC. Lacombe. Canada.
- Manning SD. 2010. Deadly Diseases and Epidemics: Escherichia coli Microbiology: A Human Perspective (5th ed.). Mc Graw Hill, New Delhi India. ISBN-13: 9780073305363
- Musnamar, E. I. 2003. Pupuk Organik Padat: Pembuatan dan Aplikasinya. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nester, E. W., Anderson, D. G., Roberts, C. E., & Nester, M. T. (2006).
- Nester, E. W., Anderson, D. G., Roberts, C. E., & Nester, M. T. 2009. Microbiology A Human Perspective (6th Editioned.). New York: McGrawHill
- Ovissipour, M. R., Abedian, a M., Motamedzadegan, a, Rasco, B., Safari, R., & Shahiri, H. (2008). The effect of enzymatic hydrolysis on amino acids composition of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera protein hydrolysate. 18th National Congress on Food Technology, 1994–1996.

- Palar. Drs. Heryando. (1994). Pencemaran dan toksikologi logam berat, Rineka Cipta, Jakarta
- Panjaitan, Yanti Grace. Akumulasi Logam berat tembaga (Cu) dan timbale (Pb) pada Parnata, A. S. 2004. Pupuk Organik Cair, Aplikasi dan Manfaatnya. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Poernomo A, Buckle KA. 2002. Crude peptones from cowtail ray (*Trygon sephen*) viscera as microbial growth media. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 18: 333–340
- pohon *Avicenna marina* di hutan mangrove. Skripsi USU, 2009.
- Project Report. North Carolina State University dengan lumpur aktif. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 8 (1): 31-41.
- Purwendro, S., dan Nurhidayat, 2006, Mengolah Sampah Untuk Pupuk Pestisida Organik, Penebar Swadaya, Jakarta Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Raharjo., Dewanti. 2016. Analisa Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. Universitas Diponegoro. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 4, No. 5
- Remediation of Arsenic in the Environment—a Review. *Int J Appl Environ Sci*, 11, 1559-581. Jawetz, Melnick, and
- Saeni, M.S. Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut. Orasi Ilmiah (1997). Guru Besar Tetap Ilmu Kimia Lingkungan. Fakultas Matematika dan IPA Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Setyawan WA dan Setyawan D. 2010. Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik [Laporan penelitian]. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas
- Simamora, Hadisuwito, 2005, Perbedaan pupuk organik dan an organik .pdf
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D dan W. Hartatik., 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/> Diakses tanggal 14 Februari 2015. 36 h.
- Siswoyo, E., Kasam, I., & Abdullah, L. S.(2011). Penurunan Logam Timbal (Pb) pada Limbah Cair TPA Piyungan Yogyakarta dengan Constructed Wetlands Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 3(1), 73-79.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Bisnis. Alfabeta. Bandung.
- Suwahyono, U., & PS, T. P. (2014). Cara Cepat Buat Kompos Dari Limbah. Penebar Swadaya Grup.
- Tirado, C., & Schmidt, K. (2001). WHO surveillance programme for control of foodborne infections and intoxications: Preliminary results and trends across greater Europe. *Journal of Infection*, 43(1), 80–84. <https://doi.org/10.1053/jinf.2001.0861>
- Wididana, G.N. 1996. Application of Effective Microorganism (EM) and Bokashi on Natural Farming. *Bulletin Kyusei Nature Farming* 03 (2) : 47-54.

- Wiyantoko., Kurniawati., Purbaningsi. 2017. Pengujian Nitrogen Total, Kandungan Air Dan Cemarkan
- Yang X, Wang H. 2014. Pathogenic E. coli. Lacombe Research Centre,
- Yanqoritha, N. 2013. Optimasi Aktivator dalam Pembuatan Kompos Organik dari Kompos Organik. Majalah Ilmiah Maktek, No. 2, 103-108.
- Yun SI dan Ro HM. 2009. Kelimpahan 15N alami tumbuhan dan tanah anorganikN sebagai bukti pemupukan berlebihan dengan kompos. Biologi Tanah dan Biokimia 41: 1541±1547.
- Zhang J, Zeng G, Chen Y, Yu M, Yu Z, Li H, Yu Y and Huang H. 2011. Effects of physico-chemical parameters on the bacterial and fungal communities during agricultural waste composting. Bioresource Technology 102: 2950±2956.
- Zubairi, N. A., H. Takaijudin & K. Yusof 2021. A Review on the Mechanism[KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2007. Indonesian Fisheries Statistics Index 2006. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Istilah

1. Pupuk Organik : Pupuk yang berasal dari bahan-bahan alami seperti kompos, pupuk hijauan, atau limbah organik, yang bertujuan untuk menyediakan nutrisi tanaman secara alami dan meningkatkan struktur tanah.
2. Pupuk Organik Cair : Pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik seperti kompos, limbah organik, atau bahan organik lainnya yang telah difermentasi menjadi bentuk cair untuk meningkatkan kandungan nutrisi tanah.
3. Biodegradable : Bahan atau produk yang dapat terurai secara alami melalui proses biologi, biasanya oleh mikroorganisme, tanpa meninggalkan residu berbahaya.
4. Actinomycetes : Organisme tanah yang memiliki sifat-sifat yang umum dimiliki oleh bakteri dan jamur tetapi juga mempunyai ciri khas yang cukup berbeda.
5. Detoksifikasi : Proses untuk menghilangkan atau mengurangi tingkat racun atau zat berbahaya dari suatu bahan atau lingkungan.
6. Prokaryot : Organisme atau sel yang tidak memiliki inti sel (nukleus) yang bersekat-sekat seperti bakteri.
7. Eukaryot : Organisme atau sel yang memiliki inti sel (nukleus) yang terpisah oleh membran dari sitoplasma seperti hewan, tumbuhan, dan fungi
8. *Thricoderma sp* : Genus jamur yang umumnya ditemukan ditanah dan dapat berperan sebagai agen pengendali hayati terhadap patogen tanaman.
9. *Streptomyces* : Genus bakteri Gram-positif yang sering ditemukan ditanah dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai senyawa metabolit sekunder, termasuk antibiotik.
10. *Pseudomonas* : Genus bakteri Gram-negatif yang banyak ditemukan dilingkungan dan memiliki berbagai peran biologis, termasuk dalam degradasi senyawa organik dan simbiotisme

11. Fermentasi : Proses biokimia dimana mikroorganisme (seperti bakteri, ragi atau jamur) menguraikan bahan organik kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana dengan memanfaatkan enzim.
12. *Lactobacillus sp* : Genus bakteri asam laktat yang umumnya ditemukan di usus dan produk-produk fermentasi.
13. *Saccharomyces sp* : Genus ragi yang digunakan dalam proses fermentasi.
14. *Rhodospseudomonas sp* : Genus bakteri fotosintetik yang dapat menggunakan energi cahaya untuk menghasilkan energi.
15. Fermentasi Anaerobik : terjadinya penguraian substrat tanpa adanya oksigen.

Lampiran 2. Keputusan menteri pertanian republik indonesia No. 261 Tahun 2019
Tentang persyaratan pupuk organik, pupuk hayati dan pembenahan tanah



MENTERI PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA
KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR :261/KPTS/SR.310/10/4/2019
TENTANG
PERSYARATAN TEKNIS MINIMAL
PUPUK ORGANIK, PUPUK HAYATI, DAN PEMBENAH TANAH

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
MENTERI PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 9 ayat (4) Peraturan Menteri Pertanian Nomor 01 Tahun 2019 tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah, perlu menetapkan Keputusan Menteri Pertanian tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah;

Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1992 Nomor 46, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3478);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2001 tentang Pupuk Budidaya Tanaman (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 14, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4079);
3. Peraturan Presiden Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 8);
4. Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2015 tentang Kementerian Pertanian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 85);

- 2 -

5. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/PERMENTAN/OT.010/8/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 1243);
6. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 01 Tahun 2019 tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 5);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN TENTANG PERSYARATAN TEKNIS MINIMAL PUPUK ORGANIK, PUPUK HAYATI, DAN PEMBENAH TANAH.

KESATU : Menetapkan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri ini.

KEDUA : Keputusan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 1 April 2019

MENTERI PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA,

AMRIN SULAIMAN

Salinan Keputusan Menteri ini disampaikan kepada Yth.:

1. Menteri Perdagangan;
2. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan;
3. Lembaga Uji Mutu Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah;
4. Tim Teknis Pendaftaran Pupuk.

Lampiran 3. hasil uji laboratorium sarawanti indo genetech bogor



28.1/F-PP Revisi 4

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.I.2024.000103
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHP.III.2024.071533071
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Dewi Setiyowati Gadi
2.2. Address / Alamat	: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto 147, Kec. Kelapa Lima Oesapa, Kupang, NTT
2.3. Phone / Telepon	: +6282145083387
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Dewi Setiyowati Gadi
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: P1 (I)
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: Botol Plastik
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluausa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: Pupuk Organik Cair
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang 28-30°C
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 27 Februari 2024
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 27 Februari 2024 - 07 Maret 2024
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Merkuri (Hg)	mg / L	Not detected	Not detected	0.004	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
2	Timbal (Pb)	mg / L	Not detected	Not detected	0.009	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
3	Escherichia coli	MPN / mL	0	0	-	SNI ISO 7251 : 2012
4	Salmonella sp.	/ 25 mL	Negative	Negative	-	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
5	Arsen (As)	mg / L	Not detected	Not detected	0.008	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)

Bogor, 07 Maret 2024
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.I.2024.000103
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHP.III.2024.071533072
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Dewi Setiyowati Gadi
2.2. Address / Alamat	: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto 147, Kec. Kelapa Lima Oesapa, Kupang, NTT
2.3. Phone / Telepon	: +6282145083387
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Dewi Setiyowati Gadi
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: P1 (II)
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: Botol Plastik
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluarsa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: Pupuk Organik Cair
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang 28-30°C
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 27 Februari 2024
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 27 Februari 2024 - 07 Maret 2024
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Escherichia coli	MPN / mL	0	0	-	SNI ISO 7251 : 2012
2	Salmonella sp.	/ 25 mL	Negative	Negative	-	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020

Bogor, 07 Maret 2024
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager



RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.I.2024.000103
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHP.III.2024.071533073
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Dewi Setiyowati Gadi
2.2. Address / Alamat	: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto 147, Kec. Kelapa Lima Oesapa, Kupang, NTT
2.3. Phone / Telepon	: +6282145083387
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Dewi Setiyowati Gadi
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: P2 (I)
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: Botol Plastik
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluausa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: Pupuk Organik Cair
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang 28-30°C
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 27 Februari 2024
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 27 Februari 2024 - 07 Maret 2024
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Merkuri (Hg)	mg / L	Not detected	Not detected	0.004	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
2	Timbal (Pb)	mg / L	Not detected	Not detected	0.009	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
3	Escherichia coli	MPN / mL	0	0	-	SNI ISO 7251 : 2012
4	Salmonella sp.	/ 25 mL	Negative	Negative	-	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
5	Arsen (As)	mg / L	Not detected	Not detected	0.008	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)

Bogor, 07 Maret 2024
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.I.2024.000103
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHP.III.2024.071533074
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Dewi Setiyowati Gadi
2.2. Address / Alamat	: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto 147, Kec. Kelapa Lima Oesapa, Kupang, NTT
2.3. Phone / Telepon	: +6282145083387
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Dewi Setiyowati Gadi
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: P2 (II)
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: Botol Plastik
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluarsa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: Pupuk Organik Cair
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang 28-30°C
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 27 Februari 2024
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 27 Februari 2024 - 07 Maret 2024
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Escherichia coli	MPN / mL	0	0	-	SNI ISO 7251 : 2012
2	Salmonella sp.	/ 25 mL	Negative	Negative	-	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020

Bogor, 07 Maret 2024
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

- I. Number / Nomor**
 - 1.1. Order No. / No. Order : SIG.MARK.R.I.2024.000103
 - 1.2. Certificate No. / No. sertifikat : SIG.LHP.III.2024.071533075
- II. Principal / Pelanggan**
 - 2.1. Name / Nama : Dewi Setiyowati Gadi
 - 2.2. Address / Alamat : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Kristen Artha Wacana Jl.
Adisucipto 147, Kec. Kelapa Lima Oesapa,
Kupang, NTT
 - 2.3. Phone / Telepon : +6282145083387
 - 2.4. Contact Person / Personil Penghubung : Dewi Setiyowati Gadi
- III. Sample / Contoh Uji**
 - 3.1. Sample Code / Kode Sampel : P3 (I)
 - 3.2. Batch Number / No Batch : -
 - 3.3. Lot Number / No Lot : -
 - 3.4. Packaging / Kemasan : Botol Plastik
 - 3.5. Production Date / Tanggal Produksi : -
 - 3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluaarsa : -
 - 3.7. Factory Name / Nama Pabrik : -
 - 3.8. Factory Address / Alamat Pabrik : -
 - 3.9. Trade Mark / Nama Dagang : -
 - 3.10. Sample Name / Nama Sample : Pupuk Organik Cair
 - 3.11. Other Information / Keterangan Lain : Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang 28-30°C
 - 3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling : -
 - 3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling : -
 - 3.14. Method Sampling / Metode Sampling : -
 - 3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling : -
 - 3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan : -
 - 3.17. Date of Acceptance / Diterima : 27 Februari 2024
 - 3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji : 27 Februari 2024 - 07 Maret 2024
 - 3.19. Type of Analysis / Jenis Uji : Terlampir
- IV. Result / Hasil Uji**

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Merkuri (Hg)	mg / L	Not detected	Not detected	0.004	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
2	Timbal (Pb)	mg / L	Not detected	Not detected	0.009	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
3	Escherichia coli	MPN / mL	0	0	-	SNI ISO 7251 : 2012
4	Salmonella sp.	/ 25 mL	Negative	Negative	-	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
5	Arsen (As)	mg / L	Not detected	Not detected	0.008	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)

Bogor, 07 Maret 2024
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager

RESULT OF ANALYSIS / LAPORAN HASIL UJI

I. Number / Nomor	
1.1. Order No. / No. Order	: SIG.MARK.R.I.2024.000103
1.2. Certificate No. / No. sertifikat	: SIG.LHP.III.2024.071533076
II. Principal / Pelanggan	
2.1. Name / Nama	: Dewi Setiyowati Gadi
2.2. Address / Alamat	: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto 147, Kec. Kelapa Lima Oesapa, Kupang, NTT
2.3. Phone / Telepon	: +6282145083387
2.4. Contact Person / Personil Penghubung	: Dewi Setiyowati Gadi
III. Sample / Contoh Uji	
3.1. Sample Code / Kode Sampel	: P3 (II)
3.2. Batch Number / No Batch	: -
3.3. Lot Number / No Lot	: -
3.4. Packaging / Kemasan	: Botol Plastik
3.5. Production Date / Tanggal Produksi	: -
3.6. Expire Date / Tanggal Kadaluausa	: -
3.7. Factory Name / Nama Pabrik	: -
3.8. Factory Address / Alamat Pabrik	: -
3.9. Trade Mark / Nama Dagang	: -
3.10. Sample Name / Nama Sample	: Pupuk Organik Cair
3.11. Other Information / Keterangan Lain	: Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang 28-30°C
3.12. Date of Sampling / Tanggal Sampling	: -
3.13. Sampling Location / Lokasi Sampling	: -
3.14. Method Sampling / Metode Sampling	: -
3.15. Personnel Sampling / Personil Sampling	: -
3.16. Environmental Conditions / Kondisi Lingkungan	: -
3.17. Date of Acceptance / Diterima	: 27 Februari 2024
3.18. Date of Analysis / Tanggal Uji	: 27 Februari 2024 - 07 Maret 2024
3.19. Type of Analysis / Jenis Uji	: Terlampir
IV. Result / Hasil Uji	

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Escherichia coli	MPN / mL	0	0	-	SNI ISO 7251 : 2012
2	Salmonella sp.	/ 25 mL	Negative	Negative	-	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020

Bogor, 07 Maret 2024
PT. Saraswanti Indo Genetech



Dwi Yulianto Laksono, S.Si
General Laboratory Manager

Lampiran 4. Hasil Uji Biokimia *Escherichia coli*

SIG

REKAMAN Uji
Escherichia coli (MPN 3 Seri Tabung)

No. 16/F02/2F/02
Kelas 3

Metode Referensi: SNI ISO 7251 edisi 2012

Tanggal Mula Uji: 28/02/2024
Tanggal Selesai Uji: 05/03/2024

Urutan (1)	Kode Sampel	Matriks	Bobot Sampel	Enrichment (E1)						Selective Enrichment (E2)						Uji Penegasan					Pusat					
				Double / Single Strength						Inkubasi	Double / Single Strength						Inkubasi	Indik					Hasil	Teknik	Avalasi	Supervisor
				Tg	10	1	0,1	0,01	0,0001		Tg	10	1	0,1	0,01	0,0001		0,00001	10	1	0,1	0,01				
1	401.R.221	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h							0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}	
2	401.R.221	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
1	401.R.222	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
2	401.R.222	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
1	401.R.224	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
2	401.R.224	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
1	401.R.225	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
2	401.R.225	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
1	401.R.227	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
2	401.R.227	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
1	401.R.228	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
2	401.R.228	Papik Cair (smpk)	44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								0	MPN/ ml	✓	Y ^{2P}
6-	Media		44g/ml ¹	-	-	-	-	-	37°C, 24-48h						44°C, 24-48h								Negatif	✓	Y ^{2P}	
K+	Bahan		44g/ml ¹	+++	+++	+++	+++	+++	37°C, 24-48h	+++	+++	+++	+++	+++	44°C, 24-48h	+++	+++	+++	+++	+++	+++	Positif	✓	Y ^{2P}		
			10 g/ml ¹						37°C, 24-48h						44°C, 24-48h											
			10 g/ml ¹						37°C, 24-48h						44°C, 24-48h											
			10 g/ml ¹						37°C, 24-48h						44°C, 24-48h											

¹W/ mlr smlr smlr
 Keterangan : Kontrol Positif: Bakteri *Escherichia coli*
 LST Broth : Positif (adanya koloni tan asa, gas & bening buram), Negatif (tidak adanya gas & bening buram) (Ditandai)
 Uji Indik : Reaksi positif (terbentuk chink merah)
 Catatan : Untuk sampel cair : sampel dipipet langsung sebanyak 10 mL (D5), 1 mL dan 0,1 mL (D5) pada masing-masing pengenceran berikutnya
 Untuk sampel padat : dipipet suspensi asal pengenceran 10¹ sebanyak 10 mL ke 10 mL LST Broth (D5) -> positif 1 g
 Persiapkan LST Broth D5 untuk parameter sampel 1 mL ke 10 mL, LST Broth D5 < 1 mL.

Lampiran 5 . Dokumentasi Penelitian



Persiapan wadah



Jeroan ikan Kakap Merah



Penyortiran



Penggilingan



Penimbangan



Penimbangan Molase



Penimbangan EM4



dikemas dalam wadah



POC yg sudah jadi



Penyaringan