

PENGARUH KOMBINASI BIOAKTIVATOR RAGI DAN *EFFECTIVE MICROORGANISME* (EM4) TERHADAP KANDUNGAN MIKROBA DALAM PUPUK HAYATI CAIR

Salmiyati*, Hana Faiza Izeta, Yudia Azmi

Agroteknologi, Sekolah Tinggi Teknologi Pelalawan, Lintas timur Bandar Seikijang
Pelalawan-Riau, 28383

*E-mail: salmiyati76@gmail.com

Diterima: 17/07/2021

Direvisi: 11/09/2021

Disetujui: 02/12/2021

ABSTRAK

Limbah pasar yang beranekaragam jenis diproduksi terus menerus menjadi polemik yang sulit untuk diatasi. Potensi sampah yang tersedia di pasar dapat menjadi solusi pembuatan Pupuk Hayati Cair (PHC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mikroba dalam PHC dengan kombinasi bioaktivator ragi dan *effective microorganism* (EM4). Metode penelitian dengan rancangan acak lengkap. Data hasil perhitungan populasi mikroba dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel sesuai dengan *Standard Plate Count* (SPC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa PHC mengandung beberapa kelompok mikroba antara lain *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., Khamir, dan *Rhizopus* sp. *Azotobacter* sp. dengan karakteristik berbentuk bulat, cembung, berwarna putih keruh, dan termasuk dalam bakteri gram negatif. PHC dengan kombinasi bioaktivator ragi dan EM4 sudah memenuhi standar PERMENTAN No. 70 tahun 2011 yang menyatakan bahwa standar minimal pupuk hayati cair mengandung dua jenis mikroba dengan pH 5.

Kata kunci: Bioaktivator, efektif mikroorganism, pupuk hayati cair, ragi

ABSTRACT

The various types of market waste produced continuously become a polemic that is difficult to overcome. The potential waste available in the market can be a solution for making Liquid Biofertilizer (LB). This observation aims to determine the types of microbes in LB with a combination of yeast bioactivator and effective microorganisms (EM4). Research method with completely randomized design. Data from the calculation of the microbial population were analyzed using descriptive methods and displayed in tabular form according to the Standard Plate Count (SPC). The results showed that LB contained several groups of microbes including Azotobacter sp., Bacillus sp., Pseudomonas sp., Yeast, and Rhizopus sp. Azotobacter sp. with the characterization of round, convex, cloudy white, and included in the negative gram bacteria. LB with a combination of yeast bioactivator and EM4 has met the standard of PERMENTAN No. 70 of 2011 which states that the minimum standard for liquid biological fertilizers contains two types of microbes with a pH of 5.

Keywords: Bioactivator, effective microorganism, liquid biofertilizer, yeast

PENDAHULUAN

Produksi limbah pasar yang secara terus menerus setiap harinya selalu menjadi permasalahan setiap daerah. Indonesia memproduksi 65 juta ton sampah setiap hari, sekitar 15 juta ton mengotori ekosistem dan lingkungan karena tidak ditangani. Sedangkan, 7 persen sampah didaur ulang dan 69 persen sampah berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Jenis sampah yang paling banyak dihasilkan adalah sampah organik sebanyak 60 persen, sampah plastik 14 persen, diikuti sampah kertas (9%), metal (4,3%), kaca, kayu dan bahan lainnya (12,7%) (Badan Litbang, 2018). Limbah organik pasar berpotensi besar untuk dimanfaatkan menjadi pupuk. Pupuk hayati cair (PHC) merupakan salah satu alternatif solusi yang banyak dikembangkan masyarakat.

PHC merupakan pupuk yang bahan dasarnya berasal dari sisa-sisa hewan dan tanaman, seperti buah, sayur, dan bahan lain yang dapat berperan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Bahan organik basah seperti sisa buah dan sayuran merupakan bahan baku pupuk cair yang sangat bagus karena selain mudah terdekomposisi, bahan ini juga kaya akan hara yang dibutuhkan tanaman (Purwendro dan Nurhidayat, 2006). Aktivitas mikroorganisme ini dapat membantu memperbaiki kesuburan tanah dan membantu menyediakan hara seperti memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, dan mikroorganisme pemacu pertumbuhan tanaman. Menurut Damanik (2020) pemanfaatan sampah organik pasar yang dijadikan pupuk organik cair dapat meningkatkan pertumbuhan batang dan jumlah daun tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh Jalaluddin *et al.* (2016) mengenai pupuk hayati asal limbah buah-buahan dengan menggunakan EM4 mengandung nilai NPK yang cukup tinggi, yaitu masing-masing 2,80%; 1,16%; dan 0,64% dengan dosis EM4 70 ml dan waktu

fermentasi 15-18 hari. Sufianto (2014) juga melakukan analisis mikroba pada cairan pupuk cair limbah organik sayuran yang difermentasi dengan molasses diperoleh hasil pupuk cair limbah organik ini mengandung mikroba jenis *Azotobacter sp.* dengan jumlah $9,10 \times 10^6$ dan *Aspergillus sp.* dengan jumlah $1,55 \times 10^6$ pm/ ml serta 9 macam nutrisi bermanfaat bagi tanaman.

Purwendro dan Nurhidayat (2006) dalam penelitiannya menyatakan bahwa bahan baku dalam pembuatan pupuk cair atau pupuk hayati cair ini yang sangat bagus dari sampah organik yaitu bahan organik basah seperti sisa buah dan sayuran. Selain mudah terdekomposisi, bahan ini juga kaya unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan ketersediaan dari bahan baku sayuran dan buah juga banyak dan mudah didapatkan. Semakin tinggi kandungan selulosa dari bahan organik, maka proses penguraian semakin lama. Penggunaan bahan baku sayur dan buah sangat diperlukan karena bahan-bahan tersebut mengandung nutrisi dan unsur-unsur yang dapat membantu pertumbuhan tanaman.

Sinulingga *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati cair dengan dosis 5 ml/liter air memberikan pertumbuhan lebih baik dibanding dosis 0, 10, dan 15 ml/liter air. Pupuk hayati memanfaatkan mikroorganisme tertentu yang terdapat dalam jumlah yang banyak. Pupuk hayati cair menyediakan unsur hara yang membantu pertumbuhan tanaman, yaitu dengan cara mengikat nitrogen yang cukup besar dari udara dan membantu tersedianya unsur fosfor didalam tanah (Sasminto dan Sularno, 2017). Hasil penelitian Pratiwi dan Segi (2018) menyatakan bahwa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai berupa tinggi tanaman, luas daun, panjang akar, produktivitas tanaman dan dapat meningkatkan kadar P tersedia oleh tanaman.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan bulan Juni-Juli tahun 2020 di Sekolah Tinggi Teknologi Pelalawan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan media masing-masing dua pengenceran 10^{-2} dan 10^{-4} dengan empat ulangan.

Alat yang digunakan adalah pisau, saringan, ember, timbangan, pengaduk kayu, botol, kertas label, blender, cawan petri, *hot plate*, erlenmeyer 250 ml, mikropipet, timbangan analitik, spatula, batang pengaduk, botol semprot, gelas beker 1000 ml, lampu bunsen, *Laminar Air Flow*, *vortex*, oven, masker, plastik tahan panas, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, mikroskop, dan kaca objek.

Bahan yang digunakan adalah: sampah pasar yang telah di tumpuk di tempat pembuangan. Sampah yang diambil diantaranya kangkung, bayam, wortel, kubis, kacang panjang, lobak, jeruk, pisang, papaya, nanas, semangka, jagung, jeroan ikan air tawar, air kelapa, air beras, EM4, gula merah, ragi, *aluminium foil*, plastik *wrap*, kertas label, agar 15 g, kentang 200 g, dekstrosa 200 g, *Nutrient Agar* (NA) 200 g, aquades 1000 ml, alkohol, tisu, tali, spiritus, biakan bakteri dan jamur hasil isolasi, dan larutan KOH 5%.

Pembuatan PHC dilakukan dengan menyiram semua sampah dengan air dan memotong bahan-bahan menjadi bagian kecil dan diblender, ditambahkan 1,5 kg gula merah yang sudah dicairkan, air kelapa 1 liter, air beras 1 liter, air biasa 4 liter, serta jeroan ikan patin 1,5 kg dimasukkan ke dalam ember. 10 ml EM4 dan 5 biji ragi ditambahkan dan diaduk sampai semua tercampur rata. Ember ditutup dengan rapat agar PHC dapat terfermentasi dengan baik.

Pengadukan PHC dilakukan 1-2 menit setiap 3 hari sekali selama 30 hari. Fermentasi PHC sudah selesai ditandai

dengan aromanya yang seperti tapai. Setelah PHC jadi, pisahkan ampas dan air hasil fermentasi dan simpan di botol yang bersih.

Isolasi mikroba menggunakan dua jenis media yaitu *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Nutrient Agar* (NA). Media PDA digunakan untuk mengisolasi jamur yang terkandung dalam PHC, sedangkan media NA digunakan untuk mengisolasi bakteri yang terkandung dalam PHC. Isolasi jamur mengambil sampel PHC sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan dalam tabung reaksi bersamaan dengan aquades sebanyak 9 ml. Larutan pengenceran 10^{-2} dan 10^{-4} diambil sebanyak 1 ml dimasukkan dalam tabung reaksi yang sudah diisi media PDA sebanyak 9 ml, lalu dihomogenkan. Media PDA yang sudah homogen dituangkan ke dalam cawan petri, dan dibiarkan memadat.

Isolasi bakteri dengan mengambil sampel PHC sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan dalam tabung reaksi bersamaan dengan aquades sebanyak 9 ml. Larutan pengenceran 10^{-2} dan 10^{-4} diambil sebanyak 100 ml dimasukkan dalam tabung reaksi yang sudah diisi media NA sebanyak 9 ml, lalu dihomogenkan. Media NA yang sudah homogen dituangkan ke dalam cawan petri, dan dibiarkan memadat. Terakhir diamati dan dihitung jumlah koloni jamur dan bakteri yang ada pada setiap cawan petri (Sanjaya *et al.*, 2010).

Pemurnian jamur dan bakteri hasil isolasi dimulai dengan sterilisasi alat dan bahan. Media pembiakan dipanaskan, media NA untuk bakteri dan media PDA untuk jamur. Setelah encer, dituangkan ke dalam cawan petri dan didiamkan sampai membeku.

Biakan bakteri dan jamur hasil isolasi diamati selama 3 hari. Koloni yang dimurnikan adalah koloni yang dominan dalam cawan petri. Spatula/ jarum ose direndam dalam alkohol lalu bakar dengan api bunsen. Satu potongan/ goresan jarum ose diambil dari koloni

yang dominan, lalu diletakkan/digoreskan secara aseptik pada permukaan media pembiakan. Cawan petri tersebut diinkubasi selama 2-5 hari. Lalu pertumbuhan jamur dan bakteri diamati, apabila terjadi kontaminasi maka dilakukan kembali pemurnian sampai didapatkan biakan yang murni. Biakan murni yang berhasil didapatkan, diamati dengan mikroskop (Sabbathini *et al.*, 2017).

Jamur yang telah diisolasi disiapkan untuk diidentifikasi. Media yang diidentifikasi dipotong dengan ukuran 1x1 cm. Sampel diletakkan di kaca objek lalu amati dengan mikroskop. Kaca objek tempat sampel ditetesi dengan KOH 5%. Satu koloni bakteri diambil dengan jarum ose, lalu suspensikan koloni bakteri tersebut dengan KOH 5%. Morfologi sampel diamati dengan mikroskop (Resti *et al.*, 2001). Perhitungan Hasil Uji *Total Plate Count* (TPC). Jumlah koloni bakteri dari sampel dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Koloni/ml} = \frac{\Sigma \text{Koloni}}{\text{cawan}} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

Keterangan: Σ Koloni: total koloni dalam satu cawan petri, Faktor pengenceran: banyak pengenceran yang dilakukan (Soesetyaningsih *et al.*, 2020).

Data yang diperoleh dianalisis dengan cara deskriptif. Data ditampilkan dalam bentuk tabel sesuai dengan *Standard Plate Count* (SPC) untuk mempermudah pembacaan hasil. SPC merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil hitung mikroba dengan batasan jumlah mikroba yang dihitung yaitu 30-300 CFU/ml dari pengenceran yang digunakan (Yunita *et al.*, 2015).

Parameter pengamatan analisa fisik fermentasi PHC, jumlah populasi mikroba, morfologi koloni, dan jenis

mikroba. Hasil pengamatan dari semua parameter di Analisa dan dideskripsikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Koloni Mikroba Yang Tumbuh

Hasil isolasi bakteri dan jamur pada sampel PHC dengan menggunakan media NA dan PDA diperoleh sebanyak 16 isolat yang memiliki karakteristik koloni yang berbeda. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa sebagian besar isolat bakteri dan jamur memiliki koloni berbentuk bulat, dan titik, walapun ada beberapa isolat yang berbentuk tidak teratur. Bentuk elevasi koloni sebagian besar menunjukkan elevasi yang datar.

Karakter koloni bakteri yang menunjukkan keragaman cukup tinggi diantara isolat yang diperoleh adalah bentuk tepian koloni. Sejalan dengan penelitian Yunus *et al.* (2017) bahwa bentuk sel pada kelima koloni umumnya berbentuk basil dan kokus. Salah satu dari sekian banyak bakteri yang berbentuk basil dan merupakan gram negatif adalah dari genus *Azospirillum*, dan yang bersifat gram positif adalah genus *Bacillus*. Bakteri dengan sel berbentuk bulat, bersifat gram negatif

Spesies bakteri memiliki karakteristik yang berbeda dengan spesies lainnya baik itu secara morfologi, fisiologi, maupun biokimiawinya. Perbedaan karakter tersebut dapat dijadikan sebagai panduan untuk mengetahui posisi taksonominya. Untuk mengetahui karakter bakteri dan jamur tersebut, maka dilakukan pengujian morfologi. Uji morfologi ini mencakup bentuk koloni, elevasi, tepian, dan warna. Seperti yang dilakukan Hartono dan Jumadi (2014), karakteristik morfologi koloni mikroba meliputi bentuk, elevasi, permukaan, margin, dan warna. Berdasarkan perhitungan koloni, didapat 6 isolat yang memenuhi standar untuk dianalisis dengan TPC, yang selanjutnya

diidentifikasi. Karakteristik morfologi koloni isolat tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Hasil karakterisasi terhadap 6 isolat tersebut terbagi menjadi 2 isolat jamur dan 4 isolat bakteri. Hasil identifikasi 6 isolat tersebut disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Koloni Isolat Bakteri dan Jamur

Isolat	Bentuk Koloni	Elevasi	Tepian	Warna	Populasi Mikroba
P1J1	0	0	0	0	0
P1J2	- Bulat (1)	- Datar	- Bulat	- Putih	1
P1J3	- Bulat (53)	- Datar	- Bulat	- Putih	55
	- Tidak teratur (2)		- Tidak teratur	- Transparan	
P1J4	- Bulat (71)	- Datar	- Bulat	- Putih	72
	- Titik (1)		- Bergerigi	- Transparan	
P2J1	- Bulat (1)	- Datar	- Bulat	- Putih	1
P2J2	- Bulat (2)	- Datar	- Serabut	- Putih	2
P2J3	0	0	0	0	0
P2J4	- Bulat (1)	- Cembung	- Serabut	- Putih	1
N1B1	- Titik (5)	- Datar	- Berombak	- Putih	59
	- Bulat (54)		- Bulat	- Transparan	
N1B2	- Titik (3)	- Datar	- Serabut	- Putih	57
	- Bulat (54)		- Bergerigi	- Transparan	
N1B3	- Bulat (47)	- Datar	- Bergerigi	- Putih	70
	- Titik (6)		- Cembung	- Bulat	
N1B4	- Serabut (17)	- Datar	- Serabut	- Transpaan	41
	- Bulat (25)		- Bulat	- Putih	
N2B1	- Titik (7)	- Datar	- Bergerigi	- Kuning	9
	- Serabut (9)		- Bulat	- Kelabu	
N2B2	- Bulat (6)	- Datar	- Serabut	- Putih keruh	12
	- Titik (2)		- Bulat	- Putih	
N2B3	- Bulat cincin (1)	- Datar	- Serabut	- Putih	14
	- Bulat (11)		- Bulat	- Putih keruh	
N2B4	- Bulat (13)	- Datar	- Bulat	- Putih	10
	- Titik (1)		- Serabut	- Putih keruh	
N2B4	- Tidak teratur (4)	- Datar	- Berombak	- Transparan	10
	- Bulat (6)		- Serabut	- Putih	

Tabel 2. Hasil uji morfologi isolat jamur dan bakteri

Isolat	Kelompok mikroba	Mikroskopis		Makroskopis	
		Gram	Bentuk	Warna	Bentuk
N1B1	Bakteri	Negatif	Batang	Putih keruh	Bulat
N1B2	Bakteri	Positif	Batang berantai	Putih	Bulat
N1B3	Bakteri	Positif	Batang berantai	Putih	Bulat
N1B4	Bakteri	Negatif	Bulat	Putih	Bulat
P1J3	Jamur	-	Bulat	Putih	Serabut
P1J4	Jamur	-	Serabut	Putih keruh	Serabut bulat

Berdasarkan Tabel 2 diatas, diketahui bahwa isolat N1B1 adalah bakteri dengan genus *Azotobacter* sp. Hal ini dikarenakan pada pengujian dengan pewarnaan gram, isolat N1B1 menghasilkan warna ungu yang artinya bakteri tersebut tergolong dalam gram negatif. Berdasarkan identifikasi secara makroskopis isolat N1B1 menunjukkan ciri berbentuk bulat, cembung, dan berwarna putih keruh (Nurmas *et al.*, 2014).

Pada isolat N1B2 dan N1B3 diketahui merupakan bakteri dengan genus *Bacillus* sp. Hal ini dikarenakan isolat yang diamati memiliki warna keputihan dengan bentuk bulat. Bentuk koloni bulat dan warna koloni putih umumnya menandakan bakteri tersebut berasal dari genus *Bacillus* sp. Menurut Corbin (2004), koloni *Bacillus* sp. memiliki karakteristik umum memiliki warna krem keputihan serta bentuk koloni yang bulat dan tidak beraturan.

Saat dilakukan pewarnaan gram, isolat N1B2 dan N1B3 mengasilkan warna merah, ini menandakan bahwa isolat B2 dan B3 termasuk dalam bakteri gram positif. Isolat N1B4 merupakan bakteri dengan genus *Pseudomonas* sp. ini sesuai dengan karakteristiknya yaitu: gram negatif, berbentuk batang atau *coccus* tunggal, berpasangan, dan kadang-kadang rantai pendek (Nugroho, 2010).

Isolat bakteri ini menghasilkan koloni berukuran besar, halus, dengan tepi yang datar, dan bagian tengah menonjol (Soekiman, 2016). Selanjutnya isolat P1J3 merupakan mikroba dengan jenis jamur. Isolat P1J3 merupakan jamur khamir. Hal ini didasari dengan pengamatan morfologi yang dilakukan, didapati karakteristik jamur khamir adalah bulat, berwarna putih kekuningan, elevasi cembung, dan tepian rata. Ini sama dengan penelitian yang dilakukan Nurcholis *et al.* (2020), menyatakan bahwa morfologi koloni khamir antara lain: berbentuk bulat, berwarna putih/krem, elevasi cembung, tepian rata, dan penampakan kusam. Terakhir adalah isolat P1J4 yang termasuk dalam mikroba jenis jamur.

Hasil identifikasi pada isoat P1J4 diperoleh ciri-ciri jamur *Rhizopus* sp. karakteristik jamur ini antara lain: berwarna putih, rhizoid berwarna coklat dan bercabang, serta spora yang dimiliki bulat atau setengah. Hal ini sesuai dengan karakteristik yang dikemukakan Samson dan van Reenen-Hoekstra (1988) bahwa *Rhizopus* sp mempunyai koloni yang berwarna putih sampai abu-abu, rhizoid berwarna coklat dan bercabang, stolon licin dan berwarna coklat kekuningan dan spora yang dimiliki bulat atau setengah bulat dengan dinding berwarna coklat tua. Hasil perhitungan populasi bakteri dan jamur ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil perhitungan populasi isolat dengan uji TPC

Isolat	Perlakuan	Hasil uji TPC
B1	10 ⁻²	59x 10 ²
B2	10 ⁻²	57x 10 ²
B3	10 ⁻²	70x 10 ²
B4	10 ⁻²	41x 10 ²
J1	10 ⁻²	55x 10 ²
J2	10 ⁻²	72x 10 ²

Perhitungan koloni mikroba dilakukan hanya pada sampel dengan pengenceran 10⁻². Faktor pengenceran 10⁻⁴ tidak dilakukan analisis data sebab jumlah koloni tiap sampel kurang dari ambang batas minimum standar

perhitungan anlisis TPC, sedangkan faktor pengenceran 10⁻² jumlah koloni tiap sampel memenuhi standar ambang batas perhitungan analisis TPC, dimana ambang batas standar perhitungan analisis TPC ini mulai dari 30-300

CFU/ml. sebaran jumlah koloni tiap sampel dan tiap faktor pengenceran menunjukkan adanya keragaman data yang seragam dan sesuai prinsip faktor pengenceran, yang mana semakin tinggi faktor pengenceran maka semakin rendah jumlah koloni mikroba.

Hasil Identifikasi Mikroba

Hasil identifikasi mikroba yang sudah dilakukan, ditampilkan pada Tabel.4. Pupuk hayati (*biofertilizer*) mengandung beberapa mikroba fungsional seperti mikroba pemfiksasi nitrogen yaitu *Azotobakter*, *Rhizobium*, dan *Azospirillum*; *Saccharomyces cerevisiae* dan *Cellulomonas*. Mikroba lain yang terkandung dalam pupuk hayati antara lain *Lactobacillus plantarum*, *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. Menurut Marista *et al.* (2013), bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. merupakan bakteri pelarut P yang memiliki kemampuan terbesar sebagai *biofertilizer* dengan cara melarutkan unsur P yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg) sehingga unsur P menjadi tersedia bagi tanaman.

Berdasarkan pengamatan, didapatkan beberapa kelompok mikroba dari jamur dan bakteri. Kelompok bakteri didapat 3 jenis mikroba antara lain: *Azotobacter* sp, *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Sedangkan dari kelompok jamur didapat 2 jenis jamur antara lain khamir dan *Rhizopus* sp.

Bacillus sp.



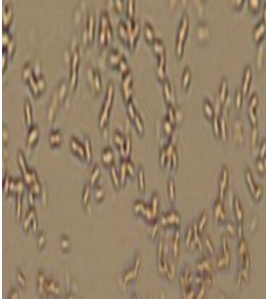
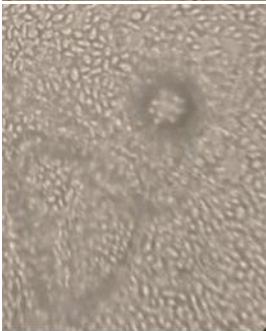

Warna koloni bakteri *Bacillus* sp. pada umumnya putih sampai kekuningan, tepi koloni bermacam-macam namun pada umumnya tidak rata. Bakteri ini memiliki bentuk sel batang dengan susunan berantai dan merupakan bakteri gram positif (Holt *et al.*, 2000). Ray (2001) menyatakan bahwa *Bacillus* memiliki ciri- ciri seperti: selnya berbentuk batang dengan ukuran dan

bentuk yang sangat beragam, beberapa bisa sangat panjang dan beberapa lainnya bersifat batang bulat, merupakan gram positif, dan bergerak dengan flagel (Hatmanti, 2000). Penampakan mikroskopis *Bacillus* sp. terdapat pada Tabel 5.4. *Bacillus* sp. tersebar luas di lingkungan, terutama pada hewan dan produk makanan sayur-sayuran serta tidak bersifat patogen. *Bacillus* sp. termasuk dalam golongan mikroorganisme redusen atau dekomposer. *Bacillus* sp merupakan PGPR (*Plant Growth Promotion Rhizobacteria*) yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Kemampuan *Bacillus* sp sebagai PGPR dapat meningkatkan ketersediaan N dan P yang rendah pada tanah (Husna *et al.*, 2019).

Azotobacter sp.

Menurut Holt *et al.* (2000) sel bakteri *Azotobacter* sp. memiliki diameter antara 1,5-2,0 μm , berbentuk batang hingga kokoid. Sel bakteri ini tersusun tunggal dan terkadang berbentuk seperti rantai dengan panjang yang bervariasi. Jenis *Azotobacter* yang ditemukan berbentuk *streptococcus* dan *coccus*. Bentuk mikroskopis *Azotobacter* sp. terdapat pada Tabel 4. Genus *Azotobacter* termasuk dalam golongan bakteri gram negatif, bersifat motil dan non motil. *Azotobacter* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena mempunyai kemampuan menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) yaitu giberelin (Marista *et al.*, 2013). Selain itu, *Azotoacter* sp. juga dikenal sebagai pengendali penyakit tanaman karena kemampuannya menghasilkan senyawa antibiotik, antifungi yang juga membantu perkecambahan benih (Shende *et al.*, 1977). *Azotoacter* sp. juga menghasilkan sitokinin yang merupakan senyawa pengganti adenin. Senyawa ini dapat meningkatkan pembelahan sel dan fungsi pengaturan pertumbuhan.

Tabel 4. Hasil Identifikasi Mikroba

No	Mikroba	Genus	Gambar
1.	Bakteri	<i>Azotobacter</i> sp.	
2.	Bakteri	<i>Bacillus</i> sp.	
3.	Bakteri	<i>Pseudomonas</i> sp.	
4.	Jamur	Khamir	
5.	Jamur	<i>Rhizopus</i> sp.	

Ket. Diamati dengan perbesaran 10 μ m

***Pseudomonas* sp.**

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis, isolat ini memiliki kesamaan karakter dengan genus *Pseudomonas*. Genus ini memiliki kemampuan menghasilkan enzim katalase, sitrase dan urease. Bakteri *Pseudomonas* sp. memiliki karakteristik seperti gram negatif, berbentuk batang atau *coccus*, motil mempunyai flagel polar.

Penampakan mikroskopis *Pseudomonas* sp terdapat pada Tabel 4. Bakteri ini banyak ditemukan pada tanah, tanaman, dan air (Suyono *et al.*, 2011). *Pseudomonas* sp. termasuk dalam rizobakteri yang berperan dalam pemacuan pertumbuhan dan pengendali hayati. Rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman (RPPT) merupakan bakteri rizosfer yang memberikan pengaruh positif bagi pertumbuhan tanaman dengan menyediakan nutrisi dan hormon, serta dapat bersifat antagonis terhadap bakteri dan fungi fitopatogen (Parjono, 2008).

Khamir

Khamir adalah mikroorganisme dari golongan fungi yang biasanya hidup sebagai saprofit maupun parasit. Khamir banyak dijumpai pada tumbuhan seperti buah- buahan, biji- bijian dan makanan yang mengandung gula. Khamir juga ditemukan di tanah, udara, dan kulit binatang (Mahreni dan Suhenry, 2011). Khamir memiliki ciri- ciri bentuk bulat, berwarna putih, elevasi menonjol, tepian rata, dan memiliki ukuran 3-5 μm . Penampakan jamur khamir terdapat pada Tabel 4. Menurut Bhatia (2016), khamir memiliki ukuran yang bervariasi, biasanya memiliki diameter 3- 4 μm , dan ada yang mencapai 40 μm . Hasil pengamatan yang telah dilakukan, didapat bahwa jamur ini memiliki sporangium berbentuk bulat.

***Rhizopus* sp.**

Rhizopus sp. merupakan fungi yang memiliki hifa. Adapaun ciri- ciri dari jamur ini adalah mempunyai hifa yang tidak bersekat, stolon atau miseliumnya menyebar diatas substrat, dan terdiri dari benang hifa bercabang yang membentuk miselium. Jamur ini diperoleh akibat penggunaan ragi dalam proses pembuatan PHC. Jamur *Rhizopus* sp. merupakan jamur yang tidak beracun dan dapat menghasilkan asam laktat (Bina, 2015).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa PHC dengan kombinasi bioaktivator ragi dan EM4 mengandung beberapa jenis mikroba seperti: *Azotobacter* sp, *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, khamir dan *Rhizopus* sp. Hal ini sesuai dengan standar minimal pupuk hayati cair mengandung dua jenis dengan pH 5.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Yayasan Amanah Pelalawan (YAP) yang telah memberikan dukungan dan bantuan biaya penelitian. Penelitian ini dibiayai oleh YAP dalam kontrak penelitian No. 008/KONTRAK/LPPM/9-2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang, 2018. Riset: 24 Persen Sampah di Indonesia Masih Tak Terkelola.
<http://litbang.kemendagri.go.id/webste/riset-24-persen-sampah-di-indonesia-masih-tak-terkelola/>
- Bhatia, S. C. 2016. *Food Biotechnology*. New Delhi: Woodhead Publishing India Ltd.
- Bina G. D. 2015. Direktorat Bina Gizi Ditjen Bina Gizi dan KIA, Kemenkes RI.
- Corbin, B.D. 2004. Identification and Characterization *Bacillus*

- thuringiensis*. *Journal Bacteriol.* 186: 7736–7744.
- Damanik, M.H. 2020. *Pengaruh pupuk organik cair dari pasar dan air cucian beras terhadap pertumbuhan serta hasil panen tanaman okra merah (Abelmoschus esculentus)*. Biologi PMIPA, Universitas Sanata Darma. Yogyakarta.
- Hartono dan Jumidi, O. 2014. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Pengekskresi Amonium Pada Tanah Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Padi (*Oryza sativa* L.) Asal Kabupaten Baru, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Sainsmat*. Vol. III, No. 2, halaman 143-153.
- Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* Spp. *Oseana*, Volume XXV, Nomor 1, 2000: 31-41.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., and Williams, S. T. 2000. *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*. Baltimore: William and Wilkins Baltimore.
- Husna, M., Sugiyanta, dan Pratiwi, E. 2019. *Peran Bakteri Bacillus sp. dalam Penyediaan Unsur Hara dan Zat Pengatur Tumbuh Pada Produksi Padi Sawah*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Jalaluddin, Z. A., Nasrul, dan Syafrina, R. 2016. Pengolahan Sampah Organik Buah- Buahan Menjadi Pupuk dengan Menggunakan Efektif Mikroorganisme. Batam. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 5:1 hal 17-29.
- Mahreni dan Sri. S. 2011. *Kinetika Pertumbuhan Sel Saccharomyces Cerevisiae dalam Media Tepung Kulit Pisang*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses. Yogyakarta. ISSNS: 1411-41126.
- Marista, E., Khotimah, S., dan Linda, R. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. Pontianak. *Jurnal Protobiont* Vol. 2(2) hal. 93- 101.
- Nugroho, A. W. 2010. *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, and Adelberg's /Geo F. Books et al.* 25th. Edn. Edited by A. Adityaputri. Jakarta. Buku Kedokteran EGC.
- Nurcholis, M., Fernando, D., Zubaidah, E., dan Maligan, J. M. 2020. Isolasi dan Identifikasi Khamir *Thermotolerant* dan *Ethanololerant* pada Buah Lokal Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol.8 No.3: 122-133.
- Nurmas, A., Nofianti, R, Abdul., dan Khaeruni, A. 2014. Eksplorasi dan Karakterisasi *Azotobacter indigenus* Untuk Pengembangan Pupuk Hayati Tanaman Padi Gogo Lokal di Lahan Marjinal. *Jurnal Agroteknos*. Vol. 4 No. 2. Hal 128-134
- Parjono. 2008. *Pseudomonas sp. Sebagai Pemacu Pertumbuhan dan Pengendali Hayati Fungi Patogen Akar Tanaman Kedelai*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi. A, dan Sega. 2018. Keefektifan Pupuk Hayati sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glicyne max*) dan Unsur Hara Tanah. S. Agriekstensi: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian. Vol.17 No 1
- Purwendro, S., dan Nurhidayat 2006, *Mengolah Sampah untuk Pupuk dan Pestisida Organik*, Seri Agritekno, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ray, B. 2001. *Fundamental Food Microbiology* 2nd Ed, Boa Raton. CRC Press.
- Resti, Z., Khairul, U., Habazar, T. 2001. *Penunjuk Praktikum Bakteri Patogenik Tumbuhan*. Padang. Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.
- Sabbathini, G. C., Pujiyanto, S., Wijanarka, dan Lisdiyanti, P. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* dari Daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Persawahan Cibinang. *Jurnal Biologi*. Vol. 6, No. 1, hal 59-64.
- Samson, R. A., dan Van Reenen-Hoekstra. 1988. *Introduction To*

- Food- Borne Fungi*. CBS, Baarn. Belanda.
- Sanjaya, Y., Nurhaeni, H., dan Halima, M. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva *Spodoptera litura* (Fabricius). *Jurnal Ilmu- Ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 3, No. 3, hal 136- 141.
- Sasminto A.T., dan Sularno. 2017. Efektivitas Konsentrasi Pupuk Cair Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Padi Sawah *Oryza sativa* L. *Prosiding seminar nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ*. 8 November 2017. Hal: 220 – 228
- Shende, S.T., R.G. Apte., dan T. Singh. 1977. *Influence Of Azotobacter On Germanium Of Rice And Cotton Seeds*. *Curr. Sic*. 46: 675- 679.
- Sinulingga, R.S.E Ginting, J., dan Sabrina, T. 2015. Pengaruh pemberian Pupuk Hayati Cair dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre nursery. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol 3, No.3: 1219-1225: ISSN No. 2337-6597
- Soekiman, S. 2016. *Infeksi Nosokomial di Rumah Sakit- Hospital Nosokomial. Infection. Pertama*. Edited by Mariyam. Surabaya: cv.
- Soesetyaningsih, E., dan Azizah. 2020. Akurasi Perhitungan Bakteri pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *Jurnal Berkala Saintek* Vol. 08(3), hal 75- 79.
- Sufianto. 2014. Analisis Mikroba Pada Cairan Sebagai Pupuk Cair Limbah Organik dan Aplikasinya Terhadap Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.). Malang. *Jurnal Gamma* hal 77- 94.
- Sutrisno, E., dan Priyambada, I. B. 2019. Pembuatan Pupuk Kompos Padat Limbah Kotoran Sapi dengan Metoda Fermentasi Menggunakan Bioaktivator Starbio di Desa Ujung – Ujung Kecamatan Pabelan Kabupaten Semarang. *Jurnal Pasopati - Vol. 1, No. 2*, hal 76- 79.
- Suyono. Y., dan Salahudin, F. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Pseudomonas pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal Bioproporal Industri* Vol. 02 No. 01, hal 8- 13.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., dan Yulianingsih, R. Analisis Kuantitatif Mikrobiologi pada Makanan Penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) dengan Metode *Pour Plate*. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 3 (3), pp. 237-248.
- Yunus, F. Lambui, O. Suwastika, I.N. 2017. Kelimpahan Mikroorganisme Tanah Pada Sistem Perkebunan Kakao (*Theobroma cacao* L.) Semi Intensif Dan Non Intensif. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. Vol 6 (3): 194 – 205.

