

Isolat Bakteri *Bacillus cereus* Frank. Dari Tanah pada Beberapa Kawasan (Studi Kasus Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan)

*(Isolate of *Bacillus cereus* Frank Bacteria. From Soil in Several Areas (Case Study of Southeast Minahasa and South Minahasa))*

Nonice Manikome^{1,*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan,
Universitas Hein Namotemo. Jl. Kompleks Pemerintahan, Villa Vak 1, Desa Gamsungi
Kota Tobelo, Kabupaten Halmahera Utara

*Email korespondensi: nicemanikome@yahoo.co.id

Abstract

*Excessive use of pesticides can cause several things, including the selection of resistance in the pest population, destruction or damage to natural enemies. One of the control techniques is the use of microbes, one type of microbe that has the potential as a biological control agent is the chitinolytic microbial group, the chitinase species *Bacillus cereus*. *B. cereus* bacteria can be isolated from various sources. This study aims to obtain *B. cereus* bacteria isolates from soil in several areas in Southeast Minahasa and South Minahasa districts. The benefit of this research is to provide information about *B. cereus* isolates found in soil in several areas in Southeast Minahasa and South Minahasa districts to be used as biopesticides and as stock for further research. Soil sampling was carried out in several sub-districts in Southeast Minahasa and South Minahasa districts and then isolated. Observation variables included identification of *B. cereus* isolates based on colony morphology and cell morphology. Selective isolation in Southeast Minahasa Regency and South Minahasa Regency has succeeded in obtaining as many as 447 isolates. The details are 219 and 228 for Southeast Minahasa Regency and South Minahasa Regency, respectively. According to its characteristics, the results found were identified as *B. cereus* species.*

Keywords: *Bacillus cereus, Isolate, South Minahasa, Southeast Minahasa, Soil*

Abstrak

Penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan adanya seleksi resistensi dalam populasi hama, musnah atau terjadinya kerusakan terhadap musuh-musuh alami. Salah satu teknik pengendalian yakni dengan pemanfaatan mikroba. Salah satu jenis mikroba yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati yaitu golongan mikroba kitinolitik spesies kitinase *Bacillus cereus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi isolat bakteri *B. cereus* dari tanah pada beberapa kawasan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan. Manfaat dari penelitian ini untuk mendeteksi isolat *B. cereus* yang terdapat di tanah pada beberapa kawasan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan untuk digunakan sebagai biopestisida dan penelitian lanjutan. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada beberapa kecamatan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan dan selanjutnya dilakukan isolasi. Variabel pengamatan meliputi Identifikasi isolat *B. cereus* berdasarkan Morfologi Koloni dan Morfologi sel. Isolasi selektif pada Kabupaten Minahasa Tenggara dan Kabupaten Minahasa Selatan telah berhasil memperoleh sebanyak 447 isolat. Rinciannya adalah 219 dan 228 masing-masing untuk Kabupaten Minahasa Tenggara dan Kabupaten Minahasa Selatan. Sesuai karakteristiknya, hasil yang ditemukan teridentifikasi sebagai spesies *B. cereus*.

Kata kunci: *Bacillus cereus, Isolat, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara, Tanah*

I. Pendahuluan

Tanah merupakan sumber daya yang paling utama yang dimiliki manusia. Tanah merupakan media utama dimana manusia bisa mendapatkan bahan pangan, sandang, papan, tambang, dan tempat dilaksanakannya berbagai aktifitas. Penghargaan manusia terhadap tanah sudah berlangsung sejak manusia menghuni bumi ini, bahkan sampai sekarang. Tanah sangat penting artinya bagi usaha pertanian [1], akan tetapi, terkadang manusia mengabaikan hal tersebut. Pengambilan hasil yang terus menerus tanpa adaimbangan tanah adalah keliru, karena pada akhirnya tanah tidak akan mampu lagi memberikan jaminan hidup bagi segala yang ada di atas permukaan bumi/ tanah, termasuk tanaman yang hidup di atasnya. Selain tanah, petani harus menyadari hal-hal yang berkaitan dengan tanah yang juga bisa mempengaruhi produksi pertanian lainnya, misalnya adanya perkembangan hama dan penyakit didalam tanah. Diketahui bahwa upaya pengendalian sampai saat ini masih bertumpuh pada pengendalian dengan penggunaan pestisida [2].

Penggunaan pestisida dapat dengan mudah mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Namun, lama kelamaan penggunaan pestisida yang terus menerus menimbulkan berbagai dampak negatif bagi tanaman. Penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan beberapa hal diantaranya yaitu adanya seleksi resistensi dalam populasi hama, musnah atau terjadinya kerusakan terhadap musuh-musuh alami, resurgence populasi yang dikendalikan dengan penyemprotan pestisida, ledakan populasi hama-hama sekunder, adanya residu pestisida dalam makanan ternak, makanan manusia, hasil- hasil pertanian, dan dalam lingkungan secara umum, bahaya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, akan tetapi seiring dengan perkembangan teknologi maka ditemukan beberapa teknik pengendalian yang telah diuji coba serta telah diteliti mampu mengendalikan organisme pengganggu tanaman [3].

Salah satu teknik pengendalian yakni dengan pemanfaatan mikroba, salah satu jenis mikroba yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati adalah golongan mikroba kitinolitik spesies kitinase *Bacillus cereus* [4]. Pengendalian dengan mikroba masuk dalam kategori pengendalian OPT yang ramah lingkungan juga mendukung program pemerintah dalam pengembangan sistem pertanian organik yang sedang digalakkan di daerah-daerah pertanian [5]. Berdasarkan survei awal yang dilakukan di Provinsi Sulawesi Utara tahun 1990 menunjukkan bahwa hampir semua petani menggunakan pestisida kimia sebagai cara pengendalian dari hama dan penyakit, dengan demikian, tidak dapat dipungkiri lagi bahwa penggunaan pestisida dilapangan telah mencemari lingkungan. Air, tanah, udara mengandung residu-residu pestisida yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan hewan. Oleh karena itu, kebutuhan untuk mencari metode pengendalian lain yang lebih murah dan ramah terhadap lingkungan menjadi semakin besar, salah satunya yaitu dengan mengembangkan cara penggunaan agen hayati [6]. Untuk mengendalikan serangga hama beberapa strain *B. cereus* telah dikembangkan diantaranya ialah "*strain Pr 1017*" hasil isolasi dari larva *Pristiphora erichsonii* yang sakit. Selain agen hayati seperti parasitoid dan predator, pemanfaatan agen mikrobiologis sebagai salah satu agen pengendalian saat ini semakin mendapat perhatian, karena pengendalian dengan menggunakan agen mikrobiologis merupakan salah satu cara terbaik karena aman bagi kesehatan dan tidak menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan bahkan tidak dapat menyebabkan terjadinya ledakan populasi hama. *B. cereus* adalah salah satu agen hayati (patogen) yang memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai pengendali hayati hal ini karena bakteri ini mempunyai inang yang spesifik, tidak berbahaya bagi musuh alami dan hama serta organisme-organisme yang bukan sasaran, mudah terurai oleh lingkungan, serta dapat dinaikkan patogenesisitasnya dengan teknik rekayasa genetika [7].

Bakteri *B.cereus* dapat diisolasi dari berbagai sumber, seperti banyak ditemukan dalam tanah selain itu bakteri ini juga banyak terdapat dalam makanan. Di Indonesia upaya pencarian bakteri sudah dimulai dan hasilnya terdapat beberapa jenis dari genus *Bacillus* yang dapat menekan populasi jentik nyamuk *Culex quinquefasciatus* [8]. [9] telah mengisolasi satu spesies bakteri yaitu *B. thuringiensis* dari tanah yang berasal dari Manado dan diujicobakan terhadap larva *Spodoptera litura* dan *Craphalocrosis medenalis* hama pada tanaman padi dan beberapa jenis sayuran.

Beberapa strain lainnya dari *B. cereus* yang dijadikan sebagai agen pengendali yakni "strain CM 1-3" strain ini diisolasi dari larva *Carpocapsa pomonella* yang sakit kemudian dimanfaatkan untuk mengendalikan beberapa jenis hama pada tanaman kubis. Disamping adapula "strain W35". Strain W35 diisolasi dari tanah juga dapat mengendalikan hama *Crociodolomia binotalis* pada tanaman kubis [10]. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa banyaknya strain-strain *B. cereus* yang diisolasi dari berbagai sumber serta bakteri entomopatogen lainnya yang juga diisolasi dari berbagai tempat di Indonesia dapat dijadikan sebagai agensia pengendali berbagai jenis hama pada banyak tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri *B. cereus* dari tanah pada beberapa kawasan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan. Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi tentang isolat *B. cereus* yang terdapat di tanah pada beberapa kawasan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan untuk digunakan sebagai biopestisida serta sebagai stok untuk penelitian lanjutan

II. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian di lakukan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara, kemudian dilanjutkan di Laboratorium Mikrobiologi dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado. Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan yakni bulan Desember 2021 sampai Februari 2022.

2.1.1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada beberapa kecamatan di Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan (Lokasi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **2**). Tanah yang dimasukkan kedalam kantong plastik merupakan sampel tanah yang diambil dari kawasan persawahan dan pertanian, diambil masing-masing sebanyak 400 gr pada setiap lokasi, kantong plastik yang telah berisikan tanah kemudian diikat lalu dibawa ke laboratorium Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi.

2.1.2. Proses Isolasi Bakteri

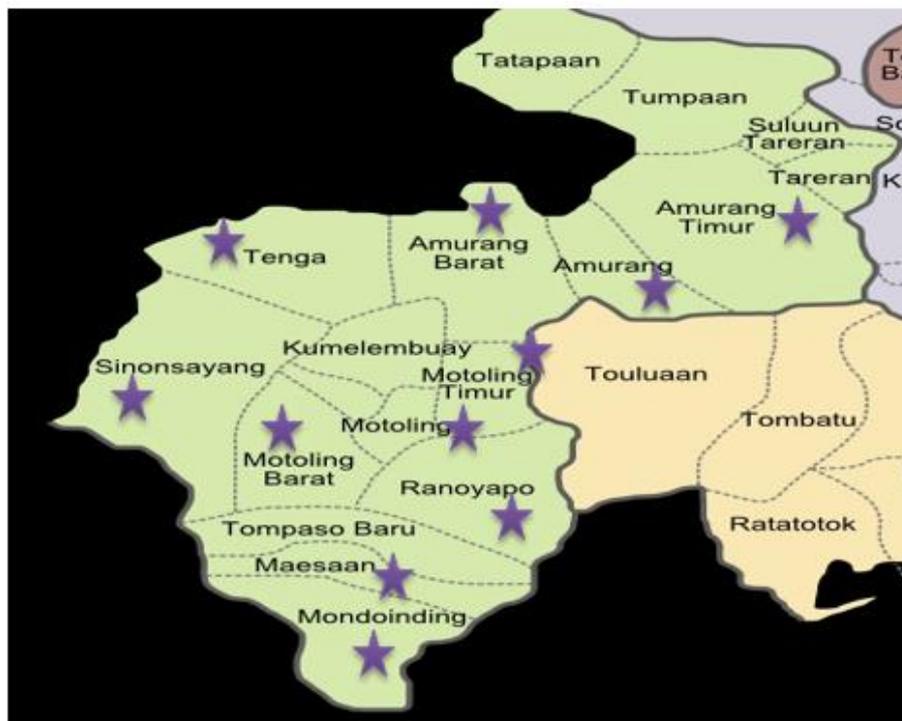
B. cereus diisolasi dari sampel tanah dengan menggunakan metode selektif yaitu metode "Ohba dan Aizawa" dengan tahapannya sebagai berikut [11]:

1. Tabung reaksi berukuran 9 ml di isi dengan aquades dan ditambahkan 1 gram tanah.
2. Suspensi tanah selanjutnya dikocok dengan menggunakan vortex hingga homogen.
3. Suspensi yang telah terbentuk kemudian di encerkan hingga kelipatan sepuluh mulai dari 10^2 - 10^4 .
4. Hasil suspensi pengenceran pada 10^4 kemudian dimasukkan kedalam waterbath dengan suhu $\pm 80^\circ$ C, dipanaskan selama 10 menit.
5. Pengenceran yang diambil untuk diinokulasikan adalah hasil pengenceran pada 10^4 diambil 0,5 ml untuk diinokulasi ke dalam media "Nutrient Agar".

6. Cawan Petridis yang sebelumnya telah dibungkus dengan *parafilm* diletakkan dengan posisi terbalik untuk selanjutnya diinkubasikan selama 48 jam pada suhu kamar.
7. Untuk memperoleh koloni yang diduga sebagai anggota spesies *B. cereus* maka dilakukan seleksi berdasarkan karakteristik berdasarkan bentuk dan tepi koloni, elevasi, serta warna koloni dan kenampakan permukaan koloni.



Gambar 1. Kabupaten Minahasa Tenggara sebagai lokasi pengambilan sampel



Gambar 2. Kabupaten Minahasa Selatan sebagai lokasi pengambilan sampel

2.1.3. Variabel pengamatan

Variabel pengamatan dalam penelitian ini meliputi Identifikasi Isolat *B. cereus* berdasarkan morfologi koloni, morfologi sel. Ciri-ciri sel bakteri digunakan untuk mengidentifikasi isolat sebagai anggota *B. cereus* meliputi bentuk sel, sifat gram bakteri, bentuk spora. Hasil pengamatan yang diperoleh kemudian didokumentasikan menggunakan kamera digital microscope endoscope USB 2MP zoom 1000X 8 LED for HP dan PC.

Morfologi Koloni

Menginokulasikan bakteri pada media “nutrient agar” kedalam cawan petri merupakan cara penentuan isolat, setelah dua hari maka diamati pertumbuhan dan morfologi koloninya [12]. Selama proses pengamatan, untuk memastikan bahwa yang ditemukan adalah *B. Cereus* maka diperlukan ketelitian dalam selama pengamatan perlu dilakukan, hal ini karena biasanya dalam satu petridish bisa saja ditemukan spesies-spesies bakteri lain selain *B. cereus*. Penting untuk mengetahui morfologi koloni dari *B. cereus* yaitu; bentuk koloni *irregular*, dengan tepi koloni *undulate*, elevasi koloni *umbonate* dan warna dari koloni yang berwarna putih menunjukkan bahwa isolat tersebut adalah anggota *B.cereus*.

Morfologi Sel

Untuk melihat morfologi sel, maka setelah inokulasi maka biakkan bakteri yang telah berumur 48-96 jam pada media dibawah mikroskop “fase kontras” [12]. Adanya morfologi sel berbentuk batang dan spora yang subterminal digunakan sebagai dasar identifikasi *B. cereus*.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Isolasi Bakteri

Sampel tanah diambil pada beberapa kecamatan yang berada di dua Kabupaten yang dijadikan sebagai tempat pengambilan sampel dengan jumlah keseluruhan sampel tanah yang berhasil dikumpulkan berjumlah 90, yaitu 45 sampel dari Kabupaten Minahasa Tenggara dan 45 dari Kabupaten Minahasa Selatan (**Tabel 1**). Selanjutnya, sampel tanah diisolasi menggunakan metode “Ohba dan Aizawa” yakni dengan pemanasan selama $\pm 10-15$ menit dengan suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ yang menyebabkan mikroorganisme selain yang endospora akan berkembang dengan baik. Menurut Wismayanti G, *dkk* [12] Permukaan koloni *B. cereus* yang tumbuh pada media NA dapat memantulkan cahaya sehingga tampak mengkilap dan mengeluarkan bau agak busuk. Hasil penelitian [12] juga menunjukkan bahwa *B. cereus* tumbuh dengan baik pada suhu maksimum 35° sampai 45°C dan suhu minimum 10°C sampai 20°C .

Berdasarkan hasil isolasi pertumbuhan bakteri pada media biakan menunjukkan, bahwa morfologi koloni isolat-isolat berbentuk bulat, permukaan koloni datar dan terlihat kasar, serta agak mengkilap. Berwarna putih kekuningan sehingga dengan demikian bakteri yang dapat tumbuh pada media kultur yang telah disediakan adalah bakteri pembentuk spora lebih khususnya *Bacillus spp.* Isolat yang diamati berwarna putih kekuningan dan berbentuk bulat. Hal ini sejalan dengan Mukti R. P, *dkk* [13] yang menyatakan bahwa bentuk koloni bulat dan koloni berwarna keputihan umumnya menandakan bakteri tersebut berasal dari genus *Bacillus* sp. Menurut Mukti R. P, *dkk* [13], koloni yang memiliki karakteristik umum warna kuning keputihan adalah *Bacillus* sp.

Pengambilan sampel yang dilakukan pada dua Kabupaten dengan masing-masing lokasi dikumpulkan 90 sampel tanah pada **Tabel 1** dapat dilihat dengan jelas bahwa sampel tanah pada masing-masing lokasi berbeda jumlahnya. Setelah di isolasi, kemudian didapatkan 447 isolat (**Tabel 2**).

Tabel 1. Jumlah sampel tanah yang diperoleh dari masing-masing kabupaten

No.	Kabupaten	Jumlah Sampel Tanah	Jumlah Isolat
1.	Minahasa Tenggara	45	219
2.	Minahasa Selatan	45	228
<i>Jumlah</i>		90	447

Tabel 2. Jumlah sampel tanah dan isolat *B. cereus* dari Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan

No.	Kabupaten	Kecamatan	Jumlah Sampel Tanah
1.	Minahasa Tenggara	Ratahan Timur	5
		Ratahan	6
		Belang	5
		Ratatotok	6
		Tombatu	6
		Tombatu Utara	1
		Tombatu Timur	9
		Touluaan	4
		Silian Raya	2
		Pasan	1
		2.	Minahasa Selatan
Amurang Barat	3		
Amurang	6		
Tenga'	3		
Sinonsayang	3		
Motoling Timur	4		
Motoling Barat	3		
Motoling	4		
Ranoyapo	3		
Maesaan	4		
Modoinding	8		
Jumlah		90	

Tabel 2 menunjukkan bahwa isolat bakteri *B. Cereus* jumlah berbeda untuk tiap Kabupaten. Adanya perbedaan jumlah isolat karena pada daerah tertentu pencarian sampel tanah dilakukan lebih intensif dibandingkan dengan daerah lainnya. Oleh karena itu, dalam hal pencarian sampel tanah ini sebenarnya diperlukan upaya pengambilan secara berulang kali. Menurut Kepel J. B, *dkk* [14], beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penemuan bakteri entomopatogenik seperti keadaan iklim baik hujan ataupun erosi serta kemungkinan pada suatu saat ditemukan bakteri entomopatogenik

pada tempat-tempat tertentu tapi pada saat lain tidak dapat ditemukan lagi begitu juga sebaliknya.

Komoditi-komoditi yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah, dari Kabupaten Minahasa Tenggara dan Minahasa Selatan yaitu tanah kelapa, jagung, padi sawah, cengkih, rambutan, langsung, bawang daun, pisang, kentang, wortel, pepaya, jahe, cabai, tomat, nenas, nangka, jambu air dan kemangi. Dari semua sampel tanah yang diisolasi menunjukkan bahwa semuanya ditemukan *B. cereus*. Salah satu faktor yang menyebabkan banyaknya *B. cereus* ditemukan ialah sumber alam yang melimpah, dengan berlimpahnya sumber alam maka hal ini menyebabkan banyaknya media alternatif yang menjadi tempat untuk bakteri bertumbuh dan berkembang dengan baik, selain itu faktor lingkungan yang baik juga menjadi salah satu faktor yang sangat mendukung proses perkembangbiakan *B. cereus* pada satu media [15].

Dari komoditi-komoditi yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah, yang paling banyak ditemukan bakteri *B. cereus* yaitu pada komoditi kelapa baik yang berasal dari Kabupaten Minahasa Tenggara maupun Minahasa Selatan. Sedangkan, komoditi yang paling sedikit ditemukannya bakteri *B. cereus* yaitu langsung di Kabupaten Minahasa Selatan dan bawang daun di Kabupaten Minahasa Tenggara, ini karena jumlah sampel yang diambil pada komoditi kelapa lebih banyak dibandingkan komoditi yang lain. Berikutnya Selama proses pengamatan dilakukan ditemuka pula spesies bakteri lain selain *B. cereus* yakni *B. Thuringiensis* akan tetapi dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa populasi *B. cereus* lebih dominan dibandingkan dengan populasi bakteri-bakteri lainnya.

3.2. Hasil Isolasi Bakteri

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan setelah 48 jam inokulasi dengan pengamatan secara mikroskopis yang dilakukan terhadap koloni-koloni yang ditemukan yang kemudian diamati morfologinya menunjukkan koloni berbentuk bulat, pada permukaan koloni terlihat datar bila disentuh permukaanya agak kasar, serta agak mengkilap. Menurut Simanungkalit [16] Pada umur satu hari spora belum terbentuk. Sementara itu spora baru terlihat pada pengamatan 48 jam setelah inokulasi. Spora tampak lisis pada pengamatan 96 jam setelah inokulasi. Wismayanti G dkk [12] menyebutkan bahwa spora *B. cereus* mengalami perkembangan yang nyata pada umur 48 sampai 168 jam setelah inokulasi. Spora *B. cereus* terdapat pada bagian para sentral. Karakteristik sebagai anggota spesies *B. cereus* yaitu bentuk koloni *irregular*, dengan tepi koloni *undulate*, elevasi koloni *umbonate* dan warna dari koloni yang berwarna putih. **Gambar 3** menunjukkan morfologi koloni *B. cereus* pada media pengamatan.

Tahapan selanjutnya adalah identifikasi dan pengamatan morfologi sel dari bakteri *B. cereus*. Identifikasi dan pengamatan mikroorganisme yang baru saja diisolasi sangat memerlukan perincian, deskripsi, dan perbandingan yang sangat rinci dan jelas dengan deskripsi yang telah dipublikasikan sebelumnya. Saat peneliti melakukan pengamatan dengan mikroskop, terlihat dengan baik bentuk sel dari bakteri *B. cereus* yang berbentuk seperti batang dan spora yang subterminal (**Gambar 4**).

Sel vegetatif *B. cereus* berbentuk batang besar dan membentuk rantai kemudian terlihat tersusun sepasang rantai dan atau adapula yang melingkar. Bakteri yang menghasilkan spora dan beberapa bersifat motil., hanya terdapat satu spora dalam satu sel. Sel-sel mempunyai bentuk ujung yang berbentuk empat persegi dan tersusun dalam rantai panjang [13]. Meskipun terjadi perubahan iklim akan tetapi spora yang terletak di tengah basil yang tidak bergerak (*resisten*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari dua Kabupaten yang dijadikan lokasi pengambilan sampel menunjukkan bahwa rata-rata isolat

terbanyak ditemukan pada daerah Minahasa Selatan, yakni 20,54 isolat (**Gambar 5**) dan yang kedua pada daerah Kabupaten Minahasa Tenggara yakni 19,73.

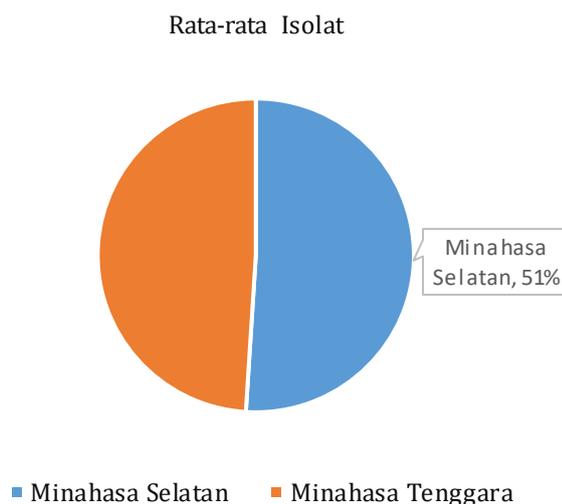


Gambar 3. Morfologi Koloni *B. cereus* pada media



Gambar 4. Morfologi Sel *B. cereus* pada media

Banyaknya jumlah isolat yang ditemukan pada kedua Kabupaten tentu menjadi salah satu sumber informasi yang baik bagi para petani, mengingat dimana salah satu sifat unggul bakteri yakni dapat dijadikan atau dimanfaatkan sebagai salah satu agen pengendalian, hasil penelitian Salaki [17] *B. cereus* dapat menyebabkan mortalitas 93,3% terhadap hama *Plutella xylostela* pada tanaman kubis, dimana jenis pathogen ini bersifat toksik dan efektif dalam mengendalikan serta tidak mencemari lingkungan. Berikutnya, *B. cereus* juga menjadi probiotik yang berfungsi untuk menghambat beberapa bakteri patogen dan juga merupakan bakteri heterotrofik yang dapat mendegradasi bahan-bahan organik lainnya yang bersifat toksik dilingkungan pertanian maupun perairan [18, 19, 20].



Gambar 5. Rata-rata Isolat yang ditemukan pada kedua lokasi

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Isolasi selektif pada Kabupaten Minahasa Tenggara dan Kabupaten Minahasa Selatan telah berhasil memperoleh sebanyak 447 isolat. Rinciannya adalah 219 dan 228 masing-masing untuk Kabupaten Minahasa Tenggara dan Kabupaten Minahasa Selatan. Sesuai karakteristiknya, hasil yang ditemukan teridentifikasi sebagai spesies *B. cereus*.

4.2. Saran/Rekomendasi

Perlu dilakukan penambahan sampel dari diberbagai daerah sebagai tempat pengambilan sumber sampel. Selain itu perlu dilakukan pula penelitian yang berjangka panjang dengan cara pengambilan sampel secara teratur dan terus menerus selama kurun waktu tertentu.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Pemerintah dan Masyarakat yang telah mengijinkan dan membantu peneliti selama pengambilan sampel. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada semua pihak serta bapak/ibu Dosen Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi yang ikut membantu dalam proses penelitian.

Daftar Pustaka

- [1]. Wahyunie E.D., *dkk.* 2012. Kemampuan retensi air dan ketahanan penetrasi tanah pada sistem olah tanah intensif dan olah tanah konservasi. *Jurnal Tanah Lingkungan*. Vol. 14(2), Hal. 73-78. Makassar.
- [2]. Sholikin, A.R. and Haryono, D., 2019. Studi Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Beberapa Sentra Produksi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(9), pp.1587-1594.

- [3]. Bassam F. 2014. Pesticides Usage, Perceptions, Practices and Health Effects among Farmers in North Gaza, Vol. 4(6), Hal. 17-22. Palestine.
- [4]. Manikome N. 2021. Pengendalian Hama *Cylas formicarius* Pada Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Metarhizium sp.* Journal of Science and Technology. Vol 1(2). Hal. 142-152.
- [5]. Nasahi C.H. 2010. Peran Mikroba dalam Pertanian Organik. Disertasi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- [6]. Jurat-Fuentes, J.L., Heckel, D.G. and Ferré, J., 2021. Mechanisms of resistance to insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis*. *Annu. Rev. Entomol*, 66, pp.121-140.
- [7]. Yulianti T dan Hidayah N. 2014. Uji Antagonisme *Bacillus cereus* Terhadap *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfsii*. Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri. Vol. 7(1). Hal.1-8. Jember.
- [8]. Ni'mah T dan Mahdalena V. 2019. Potensi dan Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Pengendalian Penyakit Tular Nyamuk. Jurnal Spirakell. Vol. 11(2). Hal. 72-81. Sriwijaya.
- [9]. Tarore D dan Salaki C. 2018. Prospek Pemanfaatan Biopestisida Bakteri Entomopatogenik Isolat Lokal sebagai Agen Pengendali Hayati Tanaman Sayur. Jurnal Eugenia. Vol 24920. Hal. 97-104. Manado.
- [10]. Djamaan, A. 2015. Production and characterization of microbial polyesters poly (3-hidroxybutyrat) from oleic acid as sole carbon source. *Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6,1, 814-822. Jerman.
- [11]. Suryadi Y, dkk. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Kitinase asal *Bacillus cereus* 11 UJ . Jurnal Biologi Indonesia. Vol 9(1), Hal. 51-62. Jakarta.
- [12]. Wismayanti G, dkk. 2019. Aktivitas Antagonis Bakteri yang Berasosiasi dengan Teritip (*Balanus* sp.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus cereus*. Jurnal Kelautan Tropis. Vol 22(1). Hal. 49-56. Semarang.
- [13]. Mukti R. P, dkk. 2020. Growth of Bacterial *Bacillus cereus* in Liquid Media with Different Protein Sources. *Journal of Coastal and Ocean Science*. Vol 1910. Hal. 35-40. Riau.
- [14]. Kepel J. B, dkk. 2019. Pengaruh pH dan Suhu terhadap Aktivitas Pereduksi Merkuri Bakteri Resisten Merkuri Tinggi *Bacillus cereus* yang Diisolasi dari Urin Pasien dengan Amalgam Gigi. Jurnal e-GiGi. Vol. 8(1). Hal 15-21. Manado.
- [15]. Fitria, A.N., dan E. Zulaika. 2018. Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada Medium MSM Modifikasi. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 7(2). Hal. 39-41. Surabaya.
- [16]. Simanungkalit, E.R., Duniaji, A.S. and Ekawati, I.G.A., 2020. Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) Terhadap Bakteri *Bacillus cereus*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(2), pp.202-210..
- [17]. Christina Salaki. 2011. Eksplorasi Bakteri Entomopatogenik Pengendalian Hama *Plutella xylostella* dan *Spodoptera* Sp. pada Tanaman Kubis Bunga dan Brokoli. Jurnal Eugenia. Volume 17(3). Hal. 209-219. Manado.
- [18]. Supriyati, S., Anggoro, S. and Widyorini, N., 2018. Kelimpahan Bakteri Heterotrof Sedimen Pada Berbagai Tipe Kerapatan Di Kawasan Konservasi Mangrove Desa

- Bedono, Kecamatan Sayung, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(3), pp.311-317..
- [19]. Santi, D.I., Afiati, N. and Purnomo, P.W.P.W., 2018. Sebaran bakteri heterotrof, bahan organik total, nitrat dan klorofil-a air muara Sungai Cipasauran, SERANG. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(3), pp.222-229.
- [20]. Ayangbenro, A.S. and Babalola, O.O., 2020. Genomic analysis of *Bacillus cereus* NWUAB01 and its heavy metal removal from polluted soil. *Scientific reports*, 10(1), pp.1-12.