

POTENSI BAKTERI PENGGUNA METANOL DARI RIZOSFER TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) UNTUK MEMPRODUKSI PROTEIN SEL TUNGGAL

*Potency of Bactery Consuming Methanol from Rhizosphere of Rubber Tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) for Production of Single Cell Protein*

Umi HIDAYATI, Jekvy HENDRA¹, Delima NAPITUPULU²,
Andreas PANJAITAN³, dan Rahayu WIDYASTUTI⁴

Summary

*Rhizosphere of rubber plantation has great potency where the existance microorganisms can be used for various purposes, such as biofungicide and biofertilizer. Product development from the exploration of rhizosphere microorganisms of rubber plant will be an opportunity to enhance the role of rubber plantations. Single cell protein is a dry cell or a biomass of microorganisms such as fungi, yeast, bacteria and algae that can be used as a protein source for food, besides containing a specific protein, also contains carbohydrates, fats, vitamins, minerals, and other nutrients that humans need. The objective of this study was to determine the potency of microorganisms from rhizosphere rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) for single cell protein production. The study was conducted at the Laboratory of Soil Biotechnology, Laboratory of Soil Chemistry and Fertility in Soil Science and Land Resources Department, also at Laboratory of Mycology in Plant Pest and Disease Department from February until May 2011. Analysis of protein was using Kjeldahl method. Microorganisms from rhizosphere of rubber plant that was capable of using methanol, could be used for single cell protein production. It could be used for food and fodder source. Exploration of rhizosphere microorganisms of rubber plant obtained 22 isolates and they were selected 8 isolates for further testing of a protein levels namely K2, K4, K8, K11, and K13 (bacteria), and three fungi were K15, K17, and K18. Hypersensitive Response testing, resulting in two isolates of pathogenic bacteria, they were K10 and K13. The best candidate was isolate K4 with 0,91% protein content, which was already visible from the initial isolation. Isolate K4 was fastest-growing and non pathogen.*

Keywords: *Hevea brasiliensis, rhizosphere, methanol, single cell protein, bakteri*

Ringkasan

Rizosfer tanaman karet menyimpan potensi yang besar melalui keberadaan mikroorganisme yang bermanfaat untuk berbagai

¹⁾ BPTP Lampung

²⁾ BPTP Sumatera Utara

³⁾ PT Swakarsa Sinar Sentosa, Jakarta

⁴⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, IPB

kepentingan, misalnya produk bioindustri seperti biofungisida dan *biofertilizer*. Pengembangan produk dari hasil eksplorasi mikroorganisme dari rizosfer tanaman karet akan menjadi peluang untuk meningkatkan peran dari perkebunan karet. Protein Sel Tunggal (PST) merupakan sel kering atau biomassa mikroorganisme seperti cendawan, khamir, bakteri, dan ganggang yang dapat digunakan sebagai sumber protein untuk pangan, selain mengandung protein tertentu, juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan nutrisi lain yang dibutuhkan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi mikroorganisme dari rizosfer tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) untuk memproduksi protein sel tunggal. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Kimia dan Kesuburan Tanah di Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan dan Laboratorium Cendawan Departemen Hama dan Penyakit Tanaman mulai Februari sampai dengan Mei 2011. Analisa protein menggunakan metode Kjeldahl. Mikroorganisme dari rizosfer tanaman karet yang mampu menggunakan metanol dapat digunakan untuk memproduksi protein sel tunggal dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan pakan. Eksplorasi mikroorganisme dari rizosfer tanaman karet memperoleh 22 isolat dan terseleksi 8 isolat untuk pengujian kadar protein yang terdiri 5 bakteri K2, K4, K8, K11, dan K13, serta 3 cendawan K15, K17, dan K18. Pengujian *Hypersensitive Response*, menghasilkan 2 isolat bakteri patogen K10 dan K13. Kandidat yang terbaik adalah isolat K4 dengan kadar protein 0,91%. Isolat K4 sudah terlihat dari awal memiliki pertumbuhan paling cepat dan bukan patogen.

Kata kunci : *Hevea brasiliensis*, rizosfer, methanol, protein sel tunggal, bakteri

PENDAHULUAN

Tanaman karet merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menjadi sumber devisa yang penting. Pada saat ini tanaman karet telah semakin luas ditanam yang menandakan kemampuan adaptasinya yang baik dengan kondisi lingkungan. Tanaman karet sebagai komoditas utama perkebunan merupakan sumber devisa mencapai US\$ 4,5 M dan areal perkebunan karet di Indonesia 3,2 juta ha pada tahun 2007 (Anwar, 2009). Hal ini menandakan prospek yang bagus di masa yang akan datang.

Rizosfer tanaman karet menyimpan potensi yang besar melalui keberadaan mikroorganisme yang berpeluang untuk dimanfaatkan dalam berbagai kepentingan.

Pengembangan produk dari hasil eksplorasi mikroorganisme dari rizosfer tanaman karet akan menjadi peluang untuk meningkatkan peran dari perkebunan karet. Seperti dinyatakan oleh Tistama dan Noegroho (2007) bahwa rizosfer tanaman karet menyimpan banyak mikroorganisme potensial, lapisan rizosfer tanaman karet menyimpan potensi mikrobiologis yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai produk bioindustri seperti biofungisida, biofertilizer, farmasi, dan agensi detoksifikasi. Ada beberapa mekanisme mikroorganisme rizosfer mendukung pertumbuhan tanaman karet antara lain menyediakan hormon, menyediakan berbagai unsur penting untuk menjaga perakaran dari serangan penyakit, dan mendegradasi senyawa racun di sekitar perakaran.

Mikroorganisme dalam kehidupannya membutuhkan nutrisi seperti adanya sumber karbon yang salah satunya adalah metanol (CH₃OH). Menurut Fardiaz (1988), metanol merupakan substrat terpenting untuk memproduksi protein sel tunggal. Metanol dapat diperoleh dari gas sintetis, gas alam, metana, minyak, dan arang, kemudian metanol dapat digunakan sebagai sumber karbon oleh mikroorganisme seperti bakteri, khamir, dan cendawan yang dapat memproduksi protein sel tunggal.

Protein Sel Tunggal (PST) merupakan protein yang berasal dari sel mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai sumber protein untuk pangan dan pakan (Madigan *et al.*, 2000). Protein sel tunggal merupakan salah satu alternatif untuk pemenuhan kebutuhan protein di masa depan, karena selain mengandung protein tertentu, juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan nutrisi lain yang dibutuhkan manusia (Amaria *et al.*, 2001 dalam Purwitasari *et al.*, 2004).

Fermentasi *Candida utilis* dapat menghasilkan protein kasar (*crude protein*) sampai 55,3% (Nigam, 1998 dalam Ahmed *et al.*, 2010). Berdasarkan penelitian Ahmed *et al.* (2010) fermentasi kultur berurutan dengan *Arachnoidus sp* dan *Candida utilis* memberikan hasil kandungan protein kasar (*crude protein*) 5,46% (fermentasi brangkasan jagung) meningkat menjadi 23,51% (menggunakan kultur berurutan *Arachnoidus sp* dan *Candida utilis*), mengandung protein sejati (*true protein*) 16,41% dan 16 asam amino esensial.

Pengukuran kadar protein merupakan salah satu cara pengukuran massa sel secara tidak langsung yang didasarkan atas pengukuran komponen sel berupa protein. Purwitasari *et al.* (2004) menyatakan bahwa variasi media tumbuh berpengaruh terhadap kadar protein sel *Saccharomyces cerevisiae*. Kadar protein sel *Saccharomyces cerevisiae* yang ditumbuhkan pada medium YEPD tertinggi dibandingkan medium lain yaitu sebesar 39,43%. Kadar protein sel *Saccharomyces cerevisiae* pada medium limbah cair tahu dan air kelapa (1:2) ditambah 2,5 g ampas tahu lebih tinggi dibandingkan medium limbah dengan komposisi yang lain, yaitu sebesar 34,47%. Berdasar hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa media sangat berpengaruh pada hasil protein yang dihasilkan. Hal ini juga terkait kemampuan mikroorganisme yang digunakan dalam memanfaatkan media tersebut untuk hidupnya. Media yang lain selain media yang digunakan dalam penelitian tersebut, dapat digunakan media metanol.

Sidiqi (2005) berhasil mengeksplorasi mikroorganisme pengguna metanol dari wilayah Bogor, Cianjur, dan Karawang, diperoleh 53 isolat yang 10 isolat dapat diidentifikasi, kemudian diperoleh 3 isolat pengguna metanol dalam kelompok metilolitik mempunyai kadar protein tertinggi, yaitu *Mycobacterium simiae* 10,02%, *Microbacterium laevaniformans* 18,58%, dan *Acetobacter methanolicus* 9,72%.

Pemanfaatan bakteri rizosfer tanaman karet yang berpotensi penghasil protein sel tunggal,

merupakan hal baru untuk dilakukan, sehingga dapat meningkatkan peranan perkebunan karet. Peluang pemanfaatan mikroorganisme untuk produksi protein sel tunggal sebagai sumber pangan masyarakat dan sumber pakan ternak masih terbuka luas peluangnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi bakteri pengguna metanol dari rhizosfer tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) untuk menghasilkan protein sel tunggal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah di Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan dan di Laboratorium Cendawan Departemen Hama dan Penyakit Tanaman Institut Pertanian Bogor dari Februari 2011 sampai dengan Mei 2011.

Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah di perkebunan karet klon GT 1 yang berumur 20 tahun di Desa Cikabayan, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. Cara pengambilan contoh tanah yang dilakukan di lokasi perkebunan karet pada daerah rizosfer tanaman karet menggunakan cangkul pada kedalaman 20 cm, untuk 5 pohon yang dipilih secara random. Tanah diambil dari 4 titik pada jarak 0,5 - 1 m sekeliling pohon, diambil 2 - 3 kg per pohon terpilih. Tanah dari 5 pohon terpilih dicampur merata dan diambil seberat kurang lebih 1 kg untuk dikeringkan di laboratorium.

Isolasi Bakteri

Setelah tanah kering udara selama 2 hari, disiapkan untuk pengenceran yang akan digunakan untuk isolasi bakteri dari rizosfer tanaman karet. Sampel tanah 10 gram, dimasukkan ke erlenmeyer berisi akuades steril 90 mL, kemudian dikocok dengan kecepatan 125 rpm selama 0,5 jam. Bakteri diisolasi dari tanah yang diambil di rizosfer tanaman karet. Dibuat seri pengenceran yaitu 10^{-3} dan 10^{-4} untuk isolasi cendawan, sedangkan seri pengenceran 10^{-6} dan 10^{-7} untuk isolasi bakteri, dengan 2 ulangan setiap pengenceran, menggunakan sistem tabur pada petridisk (*pour plate method*), kemudian diinkubasikan sampai koloni bakteri tumbuh. Media yang digunakan ada 2 yaitu MA (*Martin Agar*) untuk isolasi cendawan dan NA (*Nutrient Agar*) untuk isolasi bakteri. Koloni isolat yang terpilih dimurnikan dengan media yang sama. Media MA yang digunakan untuk 1 L media membutuhkan 1 g KH_2PO_4 , 0,05 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 5 g pepton, 10 g dekstroza, sedikit rose bengal, 20 g agar, dan 1000 mL akuades. Sedangkan NA yang digunakan untuk 1 L media membutuhkan 28 g NA dan 1000 mL akuades.

Pengujian Hypersensitive Response (HR)

Pengujian *hypersensitive response* hanya pada bakteri untuk menguji bakteri tersebut patogen pada tanaman, yang dapat juga diduga sebagai patogen pada hewan dan manusia. Isolat terpilih ditumbuhkan pada media LB (*Luria Bertani*) cair yang diinkubasi pada mesin pengocok selama 24 jam agar bakteri tumbuh. Media LB yang

digunakan untuk 1 L media membutuhkan 10 g tripton, 5 g yeast ekstrak, 10 g NaCl, dan 1000 mL akuades. Setelah biakan bakteri tumbuh, dilanjutkan dengan pengujian pada daun tanaman tembakau berumur 2 bulan dengan cara menyuntikan suspensi bakteri yang telah berumur 24 jam pada bagian bawah daun tembakau. Sebagai kontrol negatif digunakan air steril dan kontrol positif menggunakan patogen *Pantoea*.

Produksi Protein Sel Tunggal

Media pertumbuhan bakteri yang digunakan media yang mengandung metanol sebagai sumber karbon, yaitu Mimura (Mimura *et al.*, 1978, dalam Sidiqi, 2005) dengan komposisi bahan untuk setiap 1 L media meliputi 3 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 10 g urea, 7 g K_2HPO_4 , 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, sedikit $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, sedikit $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0,1 g NaCl, 1 g yeast ekstrak, 10 mL metanol, 1000 mL akuades, dengan pH media 7. Media Mimura sebanyak 50 mL di dalam botol, kemudian disterilisasi. Setelah dingin ditambahkan metanol, kemudian 1 ose biakan mikroorganisme diinokulasikan ke media tersebut. Kemudian diinkubasi di atas mesin pengocok selama kurang lebih 20 hari sampai terbentuk endapan. Kontrol (tanpa mikroorganisme) juga dikerjakan dengan prosedur yang sama.

Setelah 20 hari, biomassa dipanen dimasukkan ke tabung sentrifus, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. Pasta sel hasil sentrifugasi dikeringkan dalam oven pada suhu

50°C sampai kering (\pm 12 jam). Hasil pengeringan ini kemudian dibungkus dengan bahan yang kedap air, untuk selanjutnya dilakukan analisa protein dengan menggunakan metode Kjeldahl.

Analisis Protein Metode Kjeldahl

Analisis protein metode *Kjeldahl* meliputi 3 tahapan yaitu: destruksi, destilasi, dan titrasi. Sampel berupa biomassa mikroorganisme yang telah kering oven, dimasukkan ke labu destruksi, ditambahkan 1 gram selenium, 5 mL H_2SO_4 pekat, dan 5 tetes parafin cair, kemudian didestruksi selama 30 menit pada alat destruksi di dalam lemari asam sampai asap yang menguap habis.

Hasil destruksi didinginkan selama 15 menit, kemudian hasil destruksi tersebut dimasukkan ke dalam labu destilasi ditambahkan 20 mL NaOH 50% dan diberi akuades sampai volume 100 mL. Penyiapan tampungan hasil destilasi dengan erlenmeyer berisi 10 mL asam borat 4% ditambahkan 5 tetes indikator *Toluen*, sehingga bewarna merah muda. Dilakukan destilasi 30 menit sampai air di tampungan sebanyak 100 mL dan air tampungan tersebut berwarna hijau muda.

Setelah itu, dilakukan titrasi pada air tampungan yang berwarna hijau dengan HCl 0,0995 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau muda ke merah muda, kemudian dihitung jumlah HCl yang digunakan untuk titrasi. Kadar protein dihitung seperti rumus berikut :

$$\text{Kadar protein} = \frac{(\text{ml titran} - \text{ml titran blanko}) \times N \times 14 \times 6,25}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- N = Normalitas HCl (0,0995N)
- 14 = Bobot Atom Nitrogen
- 6,25 = Faktor Konversi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteria

Hasil isolasi bakteri dari rizosfer tanaman karet di Cikabayan dengan 2 media yaitu NA dan MA menunjukkan keanekaragaman pada rizosfer tanaman karet. Hasil isolasi diseleksi berdasarkan morfologi yang berbeda dan diperoleh 22 isolat. Kemudian dimurnikan pada media yang sama dengan isolasi awal.

Hasil isolasi sebanyak 22 isolat kode K1 sampai dengan K22 dipilih berdasarkan kecepatan tumbuh selama pemurnian sehingga memperoleh 8 isolat yang terdiri bakteri yaitu isolat K2, K4, K10, K11, dan K 13, sedangkan cendawan yaitu isolat K15, K17, dan K18.

Pengujian *Hypersensitive Response* (HR)

Berdasarkan pengujian *Hypersensitive Response* pada daun tembakau untuk isolat bakteri diperoleh hasil seperti Tabel 1.

Isolat K13 pada hari ke 2 memperlihatkan gejala nekrosis, sedangkan isolat K10 pada hari ke 3 memperlihatkan gejala nekrosis, sehingga kedua isolat tersebut berpotensi sebagai patogen. Hal ini terlihat dari daun tanaman

tembakau yang mengalami nekrosis. Tanaman tembakau akan mengenali bakteri yang disuntikkan ke daun bagian bawahnya, jika bakteri tersebut patogen, maka akan merespon dengan mematikan jaringan di sekitar suntikan tersebut dengan maksud melindungi tanaman dari serangan patogen yang lebih luas, sehingga daun sekitar suntikan mengalami nekrosis (kematian jaringan). Kontrol positif menggunakan patogen *Pantoea*, memperlihatkan gejala nekrosis pada hari pertama setelah disuntikkan dan jelas sekali nekrosis, karena efek penyuntikan pada *Pantoea* terlihat beberapa jam setelah disuntik. Kontrol negatif menggunakan akuades.

Tabel 1. Hasil pengujian *hypersensitive response*
 Table 1. Result of *hypersensitive response test*

Isolat Isolate	Pengamatan hari ke - Days of observation		
	1	2	3
KN	-	-	-
KP	+	+	+
K2	-	-	-
K4	-	-	-
K10	-	-	+
K11	-	-	-
K13	-	+	+

- KN = Kontrol negatif dengan akuades (*negative control with aquadest*)
- KP = Kontrol positif dengan *Pantoea* (*positive control with Pantoea*)
- (-) = belum atau tidak memperlihatkan gejala nekrosis (*not show necrosis symptom*)
- (+) = memperlihatkan gejala nekrosis (*show necrosis symptom*)

Mekanisme resistensi terhadap penyakit tanaman merupakan pertahanan tanaman terhadap infeksi patogen (cendawan, bakteri, virus), fenomena kematian sel tanaman yang cepat ketika diserang patogen, perlawanan terhadap infeksi dan kerusakan pada tanaman dibatasi, *Hypersensitive Response* terjadi pada bakteri patogenik ke tanaman bukan inang.

Pengujian *Hypersensitive Response* membuktikan bakteri K10 dan K13 berpotensi patogen pada tanaman tembakau (tanaman standar untuk pengujian bakteri patogen) dan dapat juga akan berpotensi patogen pada tanaman karet (sumber lokasi eksplorasi) dengan pengujian lebih lanjut. Isolat K10 dan K13 yang merupakan patogen pada tanaman kemungkinan juga akan menjadi patogen untuk hewan dan manusia dengan melalui pengujian lebih lanjut menggunakan media Agar Darah.

Analisis Protein

Kultur pada media Mimura untuk bakteri dilakukan pengocokan (*shaking*) menggunakan mesin pengocok (*shaker*) selama 20 hari. Sedangkan cendawan diinkubasi selama 20 hari tanpa pengocokan, karena spora yang ada akan mati apabila dikocok. Setelah 20 hari media yang diinokulasi bakteri menjadi keruh dan terdapat endapan, sedangkan media yang diinokulasi cendawan memperlihatkan adanya miselia. Selanjutnya biomasa dipanen, kemudian disentrifuse yang akan diperoleh pasta sel yang dikeringkan dengan dioven, dan diperoleh hasil biomasa sel kering dengan berat antara 30 - 130 mg. Biomasa sel yang dihasilkan mikroorganisme setelah dikeringkan dengan oven seperti pada Gambar 1.

Analisa protein menggunakan metode *Kjeldahl*, memperoleh hasil



Gambar 1. Biomasa sel setelah dioven (a) Biomassa sel dalam cawan porselin (b) Biomassa sel untuk analisis protein

Figure 1. Cell biomass after drying (a) Cell biomass in Crucible (b) Cell biomass for protein analysis

kadar protein berkisar 0,28-1,39%. Berat biomassa dan kadar protein (%) setiap isolat disajikan pada Tabel 2.

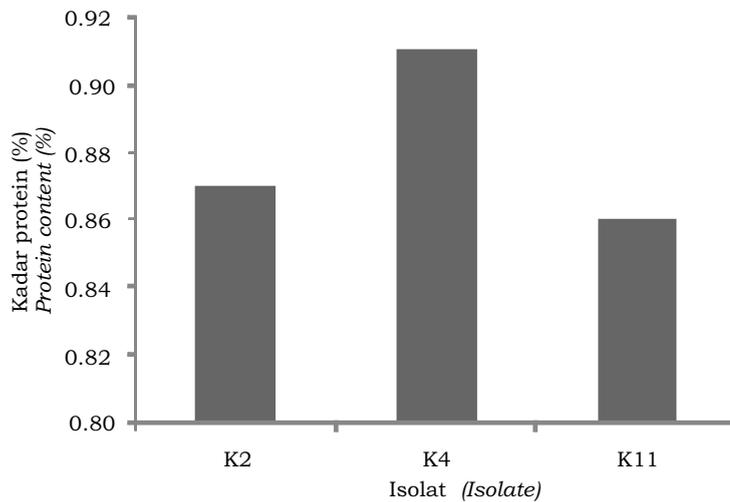
Delapan isolat yang diperoleh, terdapat dua isolat bakteri berpotensi patogen berdasarkan pengujian *hypersensitive response* yaitu isolat K10 dan K13. Sedangkan 3 isolat cendawan yaitu K15, K17, dan

K18 belum dilakukan pengujian patogenesis. Hanya 3 isolat bakteri bukan patogen yang menghasilkan protein sel tunggal yang berpotensi sebagai sumber pangan dan pakan yang aman yaitu K2, K4, dan K11, seperti dinyatakan dalam Gambar 2.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa isolat K4 yang paling tinggi kadar

Tabel 2. Berat biomassa sel setelah dioven dan kadar protein
 Table 2. Cell biomass weight after drying and protein content

Isolat <i>isolate</i>	Berat biomassa sel, mg <i>Cell biomass weight, mg</i>	Kadar protein, % <i>Protein content, %</i>
K2	130	0,87
K4	50	0,91
K10	30	0,28
K11	60	0,86
K13	60	0,73
K15	90	0,84
K17	70	1,39
K18	50	0,65



Gambar 2. Kadar protein dari isolat bakteri bukan patogen
 Figure 2. Protein content of non pathogen bacterias

proteinnya yaitu 0,91% tergolong rendah, tetapi dapat ditingkatkan dengan menggunakan media yang sesuai dan lebih kaya hara untuk pertumbuhan bakteri tersebut. Isolat K2, K4, dan K11 telah teruji bukan patogen melalui pengujian *hypersensitive response*, sehingga dapat dimanfaatkan untuk produksi protein sel tunggal yang aman. Pertimbangannya adalah meningkatkan kadar proteinnya dengan media yang sesuai, seperti beberapa penelitian dengan menumbuhkan pada media lain yang sesuai ternyata dapat meningkatkan kadar protein sel tunggal yang dihasilkan. Widianingsih *et al.* (2008) menemukan perbedaan kadar protein *Spirulina plantensis* yang ditumbuhkan pada media yang berbeda, pada media Walne 50,05±0,53%, media teknis 16,23±0,41%, dan media kontrol 4,85±0,76%. Perbedaan ini disebabkan kandungan nutrisi yang ada pada media, seperti keberadaan unsur mineral berupa logam pada media Walne lebih banyak dibandingkan pada media teknis dan media kontrol. Media Walne merupakan media kultur yang baik untuk *Spirulina platensis*. Ganggang mikro *Spirulina* sp telah dimanfaatkan sebagai pakan alami. Septina (2011) menyatakan bahwa kandungan protein pada setiap jenis ganggang mikro berbeda-beda, laju pertumbuhan pada skala laboratorium dari 4 isolat ganggang mikro yang diteliti mencapai optimum pada konsentrasi media yang berbeda-beda. Kadar protein tertinggi diperoleh pada isolat ICBB 9114 dengan nilai rata-rata 33,99. Variasi produksi biomassa dan protein tersebut menunjukkan pengaruh dari jenis isolat ganggang mikro, tingkat pemanfaatan unsur hara atau metabolismenya serta faktor lingkungan.

Isolat K4 sudah terlihat dari awal isolasi memiliki pertumbuhan paling cepat tumbuh dan bukan patogen. Isolat K4 juga mampu menggunakan metanol sebagai sumber karbon. Hal ini menandakan rizosfer tanaman karet menyimpan potensi mikroorganisme yang mampu menggunakan metanol dan dapat digunakan untuk produksi protein sel tunggal.

Penelitian ini masih dalam tahap awal dengan memperoleh isolat penghasil protein sel tunggal yang bukan patogen. Oleh karena itu masih perlu penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan hasil protein sel tunggal dengan menggunakan media yang lebih sesuai, sehingga dapat berpeluang untuk dijadikan sumber pangan dan pakan.

KESIMPULAN

Eksplorasi bakteri pengguna metanol dari rizosfer tanaman karet memperoleh 22 isolat dan terseleksi 8 isolat untuk pengujian kadar protein metode Kjeldahl yang terdiri 5 bakteri K2, K4, K8, K11, dan K13, serta 3 cendawan K15, K17, dan K18. Pengujian *Hypersensitive Response*, menghasilkan 2 isolat bakteri berpotensi patogen K10 dan K13. Isolat cendawan juga mampu menggunakan metanol dan menghasilkan protein sel tunggal, tetapi belum diuji patogenesisnya. Isolat K4 merupakan kandidat terbaik penghasil protein sel tunggal dan merupakan bakteri bukan patogen tanaman. Penggunaan media yang sesuai untuk isolat K4 dapat meningkatkan hasil produksi protein sel tunggal.

Kebutuhan protein untuk pangan dan pakan pada saat ini

berpeluang dapat dipenuhi melalui protein sel tunggal dari mikroorganisme. Hal ini juga membuka peluang untuk menggali potensi rizosfer tanaman karet untuk dieksplorasi agar memperoleh mikroorganisme yang berpotensi sebagai penghasil protein sel tunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., F. Ahmad, and A.S. Hashmi. 2010. Production of microbial biomass protein by sequential culture fermentation of *Arachniotus sp.* and *Candida utilis*. *Pakistan J. Botany*. 42(2), 1225-1234.
- Anwar, C. 2008. Prospek pasar karet alam dan program revitalisasi perkebunan karet. *Prosiding Seminar Sehari : Strategi dan Kebijakan Mendukung Akselerasi Revitalisasi Perkebunan Karet di Sumatera Selatan*. Balai Penelitian Sembawa, Pusat Penelitian Karet. Palembang, 1-12.
- Fardiaz, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas, Lembaga Sumberdaya Informasi IPB. Bogor.
- Hidayat, N., M.C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Madigan, M.C., J. Martinko, and J. Parker, 2000. *Biology of Microorganisms*. 9th ed. Prentice Hall International Inc. New York.
- Purwitasari E., A. Pangastuti, dan R. Setyaningsih. 2004. Pengaruh media tumbuh terhadap kadar protein *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan protein sel tunggal. *Bioteknologi*. Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, UNS. Surakarta, 1 (2), 37-42.
- Septina, N.S. 2011. Produksi Protein Empat Isolat Ganggang Mikro Asal Air Tawar dan Sawah pada Skala Laboratorium dan Lapang : Pengaruh Konsentrasi Hara Media. Skripsi Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Sidiqi, M.I. 2005. Eksplorasi Mikroba Pengguna Methanol dari Tanah dan Limbah Buah-buahan sebagai Sumber Protein Sel Tunggal. Skripsi Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Tistama, R., dan P.A. Noegroho. 2007. Mikroba potensial untuk perkebunan karet. *Warta Per karetan* 26 (1), 40-51.
- Widianingsih, A. Ridho, R. Hartati, dan Harmoko. 2008. Kandungan nutrisi *Spirulina platensis* yang dikultur pada media yang berbeda. *Ilmu Kelautan*. Universitas Diponegoro. Semarang, 13 (3), 167-170.