

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET ELF (*EXTREMELY LOW FREQUENCY*)
PADA PROSES PERTUMBUHAN JAMUR TIRAM**

Ainur Rosyidah

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

ainurrosyidah1114@gmail.com

Sudarti

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

dr.sudarti_unej@yahoo.com

Alex Harijanto

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

alexharijanto.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) tergolong radiasi tidak mengion dan memiliki frekuensi sangat rendah, yaitu kurang dari 300 Hz. Penggunaan medan magnet ELF saat ini banyak digunakan pada berbagai bidang, seperti bidang sterilisasi bahan pangan dan pertanian. Penelitian yang dilakukan oleh Sudarti, 2015, menunjukkan bahwa radiasi medan magnet ELF dapat digunakan sebagai alternatif dari makanan gado-gado untuk menurunkan bakteri *Salmonella*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet ELF pada proses pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) berdasarkan indikator berat basah jamur tiram dan jumlah *pin head* jamur tiram. Penelitian ini melibatkan sampel sebanyak 35 baglog bibit jamur tiram siap panen, dengan pemilihan kelas kontrol dan eksperimen dilakukan secara acak. Baglog jamur tiram kelas eksperimen diberi paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 300 μ T dan 500 μ T dengan lama paparan selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur tiram yang diberi paparan medan magnet ELF sebesar 500 μ T selama 50 menit mempengaruhi berat basah dan jumlah *pin head* jamur tiram. Paparan medan magnet ELF mampu mempengaruhi pembukaan kanal-kanal ion Ca^{2+} . Akibat adanya pembukaan kanal-kanal ion Ca^{2+} proliferasi sel tubuh jamur akan meningkat, sehingga mampu mempercepat dan meningkatkan pertumbuhan jamur tiram. Kesimpulan dari penelitian ini, paparan medan magnet ELF sebesar 500 μ T selama 50 menit mampu mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram.

Kata kunci: *medan magnet, Extremely Low Frequency (ELF), jamur tiram* dihasilkan oleh peralatan elektronik, sehingga memungkinkan setiap individu terpapar medan magnet. Peralatan rumah tangga yang berada disekitar kita merupakan sumber

PENDAHULUAN

Fisika sebagai ilmu dasar tidak bisa lepas dari kehidupan sehari-hari. Sebagai ilmu dasar, fisika tidak hanya sekedar teori, namun erat kaitannya dengan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari, seperti medan magnet. Manusia, tidak bisa lepas dari paparan medan magnet dalam kehidupan. Bumi yang merupakan tempat manusia hidup merupakan magnet yang besar. Sehingga, setiap saat manusia terpapar medan magnet dari bumi. Selain itu, medan magnet

paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Medan magnet ELF memiliki frekuensi 0-300 Hz dan tergolong radiasi *non-ionizing*, dimana radiasi *non-ionizing* tidak akan menyebabkan ionisasi pada sel yang terpapar. Selain itu, sifat medan magnet

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

ELF bersifat tidak mudah terhalangi, sehingga mampu menembus jaringan, dan bersifat non-termal. Sifat medan magnet ELF inilah yang membuat banyak peneliti melakukan penelitian pemanfaatan medan magnet ELF dalam berbagai bidang.

Saat ini, banyak penelitian yang dilakukan untuk meneliti efek paparan medan magnet terhadap makhluk hidup. Mulai dari bidang pertanian, pangan, hingga kesehatan. Dalam bidang pertanian, pemanfaatan medan magnet digunakan untuk mempercepat pertumbuhan pada tanaman, tidak terkecuali untuk mempercepat proses pertumbuhan jamur dan meningkatkan produksi jamur. Jamur sebagai alternatif makanan yang bergizi, membuat banyak masyarakat mulai mengonsumsi jamur bahkan melakukan budi daya skala kecil dan besar. Hal tersebut membuat kebutuhan produksi jamur meningkat, salah satunya jamur tiram.

Jamur merupakan fungi yang memiliki bentuk luar berupa tubuh buah berukuran besar sehingga dapat diamati mata secara langsung. Umumnya bentuk tubuh buah jamur yang tampak di permukaan media tumbuh seperti payung (Achmad *et al.*, 2011:5-7). Jamur konsumsi seperti jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) memiliki khasiat mencegah timbulnya penyakit darah tinggi dan jantung. Konsumsi jamur tiram dapat menyembuhkan anemia, sebagai anti tumor, dan mencegah kekurangan zat besi (Aditya *et al.*, 2011:9). Selain itu, jamur tiram dikenal sebagai jamur yang memiliki kandungan lovastatin atau penghambat kolesterol dalam darah sangat besar (Kalac, 2012:9).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Berg *et al.*, 2009, paparan medan magnet ELF 50 Hz sinusoidal dengan intensitas 0,6 mT sampai dengan 10 mT selama lebih dari 10 hari, menunjukkan tiga jenis hasil berdasarkan rasio percobaan kelas kontrol atau kelas eksperimen, yaitu tidak ada perubahan yang signifikan, penurunan yang kuat, dan pertumbuhan maksimal miselim dengan paparan 5 mT sampai dengan 7 mT. hal tersebut menunjukkan adanya efek produksi secara non-invasif dengan variasi intensitas medan magnet atau waktu pemaparan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Javanmardi *et al.*, 2008, paparan medan magnet dengan intensitas 0, 3, 6, 9, atau 12 mT selama tiga jam, menunjukkan hasil positif dan efek yang signifikan dengan

intensitas medan magnet sebesar 12 mT pada berat basah, suhu akhir substrat, pH, dan CO₂, panjang batang dan diameter jamur. Berat kering tertinggi jamur dan kemampuan daya simpan tertinggi diperoleh dengan paparan 6 mT dan 9 mT.

Penelitian yang dilakukan oleh I. Nyoman (2013), paparan medan magnet sebesar 1,6 mT selama 12 jam mampu meningkatkan produksi lovastatin pada tubuh jamur *Pleurotus ostreatus*. Paparan sebesar 1,2 mT selama 6 jam juga mampu meningkatkan produksi lovastatin pada miselium jamur *Pleurotus ostreatus*. Hal tersebut membuktikan bahwa besar paparan medan magnet dan lama waktu paparan medan magnet mempengaruhi produksi lovastatin pada jamur *Pleurotus ostreatus*.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa paparan medan magnet mampu mempengaruhi sifat fisika maupun sifat kimia pada sel-sel hewan maupun tumbuhan. Hal tersebut dikarenakan paparan medan magnet mampu mempengaruhi proses proliferasi sel yang mengakibatkan peningkatan metabolisme sel sehingga mampu mempengaruhi cepat lambatnya pertumbuhan, terutama pada sel-sel tubuh jamur. Selain itu, keberadaan kandungan bahan mikro, seperti bahan paramagnetik dan feromagnetik yang mudah terpengaruh oleh keberadaan medan magnet, juga mampu meningkatkan kandungan yang ada pada tubuh makhluk hidup.

Banyaknya permintaan kebutuhan jamur tiram, membuat banyak masyarakat mulai melakukan budi daya jamur tiram. Namun, budi daya jamur tiram yang dilakukan, tidak lepas dari beberapa kendala yang menyebabkan jamur tiram mengalami hasil produksi yang rendah atau bahkan gagal. Penggunaan (medan magnet ELF dengan dosis tepat harapannya mampu meningkatkan produksi jamur tiram seperti penelitian terdahulu tentang efek medan magnet yang mampu meningkatkan kandungan lovastatin pada jamur tiram, meningkatkan berat basah jamur tiram, dan lebar diameter tudung jamur. Berdasarkan paparan di atas, penulis ingin mengkaji pengaruh intensitas dan lama paparan medan magnet ELF terhadap proses pertumbuhan jamur tiram.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah *true experiment*, dimana pada penelitian ini melibatkan kelompok

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

eksperimen (kelompok yang diberi perlakuan) dan kelompok kontrol (kelompok yang tidak diberi perlakuan) yang ditentukan secara acak.

Adapun desain penelitian ini menggunakan desain *randomized post-test only control group design*. Dimana pada pembagian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan secara acak, pengukuran dilakukan satu kali yaitu setelah perlakuan diberikan pada kelompok eksperimen.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika Gedung 3 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember dengan pertimbangan karena terdapat alat penghasil medan magnet ELF (*ELF magnetic field sources*) yaitu current transformer dan *EMF tester*. Sedangkan untuk proses pemeliharaan jamur tiram setelah melewati proses pemaparan medan magnet ELF akan dilakukan di kumbung jamur. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Mei-Agustus.

Sampel penelitian pada penelitian pengaruh medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) pada proses pertumbuhan jamur tiram ini menggunakan bibit jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). Bibit jamur tiram yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari petani jamur tiram dengan melihat masa pembibitannya. Berat baglog jamur tiram yang digunakan kurang lebih 1000 gram, dengan panjang 30 cm. Pada penelitian digunakan bibit jamur tiram yang sudah berumur 40 hari, dimana baglog jamur tiram sudah dipenuhi oleh miselium untuk diberi paparan medan magnet ELF. Bibit jamur tiram yang diperoleh sudah dalam keadaan siap panen atau dalam bentuk baglog yang diperoleh dari petani jamur tiram di Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang.

Sebelum dilakukan proses pemaparan dilakukan proses pemilihan sampel. Banyaknya sampel pada penelitian ini sebanyak 35 baglog jamur tiram, dengan rincian 5 baglog untuk kelas kontrol, 15 baglog untuk kelas eksperimen yang akan diberi paparan 300 μT dan 15 baglog jamur tiram untuk kelas eksperimen yang akan diberi paparan paparan 500 μT , dengan lama waktu pemaparan untuk kelas kontrol selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit.

Setelah jamur tiram melewati proses pemaparan medan magnet ELF, baglog jamur tiram disimpan di dalam kumbung jamur tiram sampai masa panen tiba. Ketika masa panen tiba, dilakukan proses

pengumpulan data. Pengumpulan data dilaksanakan pada saat baglog jamur tiram muncul *pin head*, setelah fase *pin head*, jamur tiram akan tumbuh hingga membentuk tudung jamur tiram. Setelah tudung jamur tiram terbentuk, proses pemanenan bisa dilakukan. Pada saat proses pemanenan, dilakukan pengukuran berat basah jamur tiram dan lebar diameter tudung jamur tiram.

Setelah data terkumpul, dilakukan proses analisis data. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif merupakan teknik analisis data dengan menggambarkan objek yang diteliti melalui data sampel dan membuat kesimpulan yang berlaku umum (Sukoco, 2012). Statistika deskriptif menggunakan data untuk menjelaskan atau menarik kesimpulan. Penyusunan tabel, grafik, indeks, dan besaran-besaran lain termasuk kategori statistika deskriptif (Sumanto, 2014:3).

HASIL PENELITIAN

Proses pemaparan medan magnet ELF dilaksanakan pada tanggal 6 Mei 2017 pada pukul 06.00 WIB. Baglog jamur tiram untuk kelas kontrol tidak diberi perlakuan, sehingga baglog jamur tiram langsung ditempatkan pada kumbung jamur tiram. Sedangkan untuk kelas eksperimen diberi paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT dan 500 μT dengan variasi lama paparan selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit. Setelah diberi paparan medan magnet ELF, seluruh jamur tiram kelas eksperimen ditempatkan di kumbung jamur tiram sama dengan kelas kontrol. Selama proses perawatan, jamur tiram dijaga supaya terhindar dari hama yang bisa merusak jamur tiram.

Sebelum proses pemaparan, dilakukan pemilihan sampel kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pemilihan sampel dilakukan secara acak, dengan jumlah sampel masing-masing kelas sebanyak 5 baglog jamur tiram.

Hasil penelitian meliputi hasil pengamatan jumlah *pin head*, berat basah, dan lebar diameter tudung jamur tiram yang telah diberi paparan medan magnet ELF dengan variasi lama paparan dan intensitas paparan yang berbeda.

a. Jumlah *Pin Heah* Jamur Tiram

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Awal pertumbuhan jamur tiram ditandai dengan munculnya pin head jamur tiram yang berwarna putih. Adapun hasil pengukuran jumlah munculnya pin head jamur tiram dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Jumlah Pin Head Jamur Tiram

Kelas	Lama Paparan Medan Magnet ELF	Rata-Rata Jumlah Pin Head (buah)
Kontrol		9,8
300 μ T	30 menit	14,4
	50 menit	8,8
	70 menit	14
500 μ T	30 menit	14,4
	50 menit	16,6
	70 menit	11,2

Indikator mulai munculnya pin head pada jamur tiram ditandai dengan munculnya jonjot-jonjot berwarna putih pada media tanam. Kemudian akan terjadi proses deferensiasi membentuk batang dan tudungnya. Kemunculan pin head jamur tiram pertama terjadi setelah 57 hari setelah proses pemaparan medan magnet ELF. Sedangkan pada kelas kontrol pin head muncul pada hari ke-58. Pin head jamur tiram muncul terlebih dahulu pada kelas eksperimen yang diberi paparan medan magnet ELF sebesar 500 μ T dengan lama paparan 50 menit.

Pada kelas eksperimen dengan paparan 300 μ T, berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa jumlah rata-rata pin head jamur tiram lebih banyak pada kelas eksperimen daripada kelas kontrol. Pada kelas kontrol, jumlah rata-rata pin head jamur tiram sebesar 9,8, sedangkan pada kelas eksperimen paparan 300 μ T diperoleh rata-rata jumlah pin head sebanyak 14,4 dengan lama paparan 30 menit, 8,8 dengan lama paparan 50 menit, dan 14 dengan lama paparan 70 menit. Rata-rata jumlah pin head terbanyak pada paparan 70 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian medan magnet ELF memiliki pengaruh pada jumlah pin head jamur tiram yang muncul. Selain itu, lama pemaparan medan magnet ELF memiliki pengaruh terhadap jumlah pin head yang muncul. Namun, pada kelas eksperimen 300 μ T dengan lama paparan 50 menit terdapat penurunan jumlah pin head jamur tiram. Pada paparan selama 70 menit, terdapat kenaikan jumlah pin head jamur tiram.

Pada kelas eksperimen dengan besar paparan 500 μ T, tampak bahwa paparan medan magnet ELF

sebesar 500 μ T memiliki pengaruh terhadap proses munculnya pin head jamur tiram. Tampak bahwa jumlah pin head jamur tiram lebih banyak pada kelas eksperimen daripada kelas kontrol, dimana rata-rata jumlah pin head yang muncul sebanyak 14,4 pada paparan selama 30 menit, 16,6 pada paparan 50 menit, dan 11,2 pada paparan 70 menit. Peningkatan jumlah pin head pada kelas eksperimen dengan paparan sebesar 500 μ T, terjadi pada baglog jamur tiram yang dipaparan medan magnet ELF selama 50 menit. Namun, terjadi penurunan jumlah pin head yang muncul pada paparan selama 70 menit. Hal ini membuktikan bahwa lama paparan medan magnet ELF memiliki pengaruh dalam hal peningkatan jumlah munculnya pin head jamur tiram. Jumlah pin head jamur tiram terbanyak ada pada paparan medan magnet ELF sebesar 500 μ T selama 50 menit. Apabila dibandingkan dengan kelas eksperimen dengan paparan sebesar 300 μ T selama 70 menit, kelas eksperimen dengan paparan 500 μ T selama 50 menit memiliki jumlah pin head yang lebih banyak.

b. Berat Basah Jamur Tiram

Proses pengukuran berat basah jamur tiram dilakukan saat masa panen tiba. Masa panen jamur tiram terjadi setelah 2-3 hari dari munculnya pin head jamur tiram. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut seluruh bagian tubuh jamur tiram. Setelah proses pemanenan, pengukuran berat basah jamur tiram harus segera dilakukan untuk menghindari adanya penurunan kadar air dalam jamur tiram yang bisa mempengaruhi berat basah jamur tiram segar. Pengukuran berat basah jamur tiram dilakukan dengan menggunakan neraca digital. Hasil pengukuran berat basah jamur tiram dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Berat Basah Jamur Tiram

Kelas	Lama Paparan Medan Magnet ELF	Rata-Rata Berat Basah (gram)
Kontrol		121,8
300 μ T	30 menit	163,2
	50 menit	146,8
	70 menit	168,4
500 μ T	30 menit	170,6
	50 menit	177,4
	70 menit	155

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Berdasarkan Tabel 2, berat basah jamur tiram pada kelas eksperimen dengan paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT meningkat dibandingkan kelas kontrol. Pada paparan 30 menit diperoleh rata-rata berat basah 163,2 gram, 146,8 gram pada paparan selama 50 menit, dan 168,4 gram dengan paparan selama 70 menit. Pada paparan selama 50 menit, berat basah jamur tiram mengalami penurunan dibandingkan dengan lama paparan selama 30 menit. Namun, baglog jamur tiram yang dipaparan medan magnet ELF 300 μT selama 50 menit masih memiliki berat basah lebih besar daripada kelas kontrol. Jamur tiram dengan paparan 300 μT selama 70 menit memiliki berat basah paling besar dibanding kelas kontrol maupun kelas eksperimen dengan lama paparan 30 menit dan 50 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian paparan medan magnet ELF memberi dampak peningkatan berat basah jamur tiram, yang berarti medan magnet ELF mampu meningkatkan produksi panen jamur tiram. Lama paparan medan magnet ELF juga memiliki pengaruh dalam peningkatan berat basah jamur tiram.

Berdasarkan Tabel 2, berat basah jamur tiram pada kelas eksperimen dengan paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT memiliki peningkatan dibandingkan dengan kelas kontrol. Rata-rata berat basah jamur tiram dengan lama paparan 30 menit diperoleh sebesar 170,6 gram, berat basah sebesar 177,4 gram dengan lama paparan 50 menit, dan 155 gram dengan lama paparan 70 menit. Pada lama paparan selama 70 menit, rata-rata berat jamur tiram mengalami penurunan. Namun, rata-rata berat basah yang diperoleh masih lebih banyak dibandingkan dengan kelas kontrol. Peningkatan berat basah jamur tiram ditunjukkan dengan paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 30 menit dan 50 menit. Tetapi, rata-rata berat basah tertinggi ada pada baglog jamur tiram dengan paparan medan magnet ELF selama 50 menit. Hal ini membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT memiliki dampak dalam peningkatan berat basah jamur tiram. Terbukti dengan adanya peningkatan berat basah dibandingkan dengan kelas kontrol. Lama paparan medan magnet ELF juga mempengaruhi berat basah jamur tiram, yang ditunjukkan dengan meningkatnya berat basah jamur tiram pada paparan selama 50 menit.

c. Diameter Jamur Tiram

Proses deferensiasi pin head jamur tiram hingga terbentuk batang dan tudung jamur, memerlukan waktu 2-3 hari setelah munculnya pin head jamur tiram. Jamur tiram dapat dipanen apabila tudung jamur memiliki diameter minimal 4 cm. Pengukuran diameter jamur tiram dilakukan dengan menggunakan alat ukur jangka sorong. Setiap tudung jamur masing-masing diukur besar diameternya, kemudian di rata-rata untuk diperoleh rata-rata besar tudung jamur dalam sekali panen. Adapun hasil pengukuran diameter tudung jamur tiram seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Lebar Diameter Tudung Jamur Tiram

Kelas	Lama Paparan Medan Magnet ELF	Rata-Rata Diameter Tudung Jamur Tiram (cm)
Kontrol		7,3634
300 μT	30 menit	6,991
	50 menit	9,1476
	70 menit	7,1336
500 μT	30 menit	6,6364
	50 menit	6,7432
	70 menit	6,4912

Berdasarkan Tabel 3, rata-rata diameter tudung jamur tiram untuk lama paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT selama 30 menit, dengan rata-rata 6,991 dan 70 menit dengan rata-rata 7,1336, lebih rendah daripada kelas kontrol. Namun, pada paparan selama 50 menit, rata-rata diameter jamur tiram meningkat dibandingkan dengan kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan lama paparan selama 30 menit dan 70 menit, dengan rata-rata 9,1476. Hal tersebut menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF sebesar 300 μT dengan lama paparan 50 menit berpengaruh terhadap besarnya diameter tudung jamur tiram. rata-rata diameter tudung jamur tiram pada kelas eksperimen dengan paparan 500 μT , selama 30 menit dengan rata-rata 6,6364, 50 menit dengan rata-rata 6,7432, dan 70 menit dengan rata-rata 6,4912, tidak memiliki perbedaan atau peningkatan dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 30 menit, 50 menit, dan 70 menit tidak memberikan dampak untuk meningkatkan besar diameter tudung jamur tiram, namun membuat diameter tudung jamur tiram menurun dan tidak tumbuh dengan diameter tudung maksimal.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

PEMBAHASAN

Medan magnet merupakan medan tertutup, artinya garis medannya selalu merupakan lingkaran tertutup. Kuat medan magnet makin melemah jika jarak dari sumber semakin jauh. Medan magnet tidak dapat dihalangi oleh benda-benda yang tidak permeabel seperti tubuh manusia, bangunan, tanah dan pepohonan (Anies, 2007:12). Bahan biologis, seperti jamur tiram merupakan konduktor yang lebih baik dibandingkan dengan udara. Karena efek polarisasi medan listrik terhadap permukaan terluar dari tubuh, variasi waktu medan listrik menginduksi permukaan badan yang menghasilkan arus di dalam tubuh, besarnya berhubungan dengan kerapatan muatan permukaan. Pada medan listrik sinusoidal nilai dari arus di dalam tubuh naik seiring dengan besarnya frekuensi. Pada berbagai ukuran lebar dari bahan kerapatan arus J sebanding dengan kekuatan medan E , $J = \sigma E$, σ adalah frekuensi bergantung konduktivitas elektrik dari medium. Permetivitas dari bahan biologis dan udara adalah sama, sehingga medan magnet, tidak seperti medan listrik, mampu menembus materi biologis. Variasi waktu medan magnet mempengaruhi medan listrik dan arus pada materi biologis. Kerapatan arus jaringan bagian dalam J sebanding dengan induksi magnetic luar B , menggunakan persamaan Maxwell, nilainya kira-kira: $J=0.5 R \sigma dB/dt$ (Bernhardt, 2017:1-8).

Medan magnet ELF memiliki efek biologis seperti, menginduksi metabolisme sel (Nyoman et al, 2013:6-14), merubah proses kimia atau enzim (Agustrina, 2013:405-412), dan mengubah sifat permukaan membran (Segatore et al, 2012:1-8). Kemampuan efek biologis medan magnet dalam mempengaruhi permeabilitas saluran ion pada membran, dapat memberikan efek transport ion hingga ke dalam sel dan memberi perubahan pada organisme (Gao et al, 2011:73-78).

Adanya keberadaan medan listrik dan medan magnet, menyebabkan adanya beberapa peluang mekanisme terhadap respon biologis. Pada frekuensi rendah, medan intensitas rendah termasuk tetapi tidak terbatas pada produksi melantonin, mitosis dan sintesis DNA, dan perubahan terus menerus pada kalsium. Kalsium merupakan hal yang paling diperhatikan dalam hal ini, karena kalsium merupakan hal yang penting pada seluruh proses pada sel-sel dan memberikan perubahan signifikan dan

memberikan efek bermacam-macam pada makhluk hidup (Havas, 2004:207-232). Ion Ca^{2+} berpotensi paling kuat berinteraksi akibat paparan medan magnet pada mekanisme biologi (Kleijin et al, 2011:43-50). Berbagai macam studi *in vitro* dan *in vivo* menunjukkan bahwa medan magnet termasuk medan magnet ELF berdampak pada fungsi membrane sel, terutama perpindahan ion Ca^{2+} menembus membran. Ion Ca^{2+} merupakan bagian dari berbagai macam penghubung yang memberi isyarat pada sel dengan melibatkan protein kinase (Ansari, *et al.*, 2000:1221-1226).

Ketika pemaparan medan magnet, mekanisme intraselular dan ekstraselular mulai aktif. Medan magnet mampu menembus plasma dan membrane inti sel, sehingga mempengaruhi sel-sel dan jaringan. Transport ion Ca^{2+} terjadi secara terus-menerus pada saluran dari membrane sel (Ross *et al.*, 2015:96-108).

Pada jamur tiram, terdapat kandungan gizi seperti, Fe, Mg, K, Na, Ca, dan P. Fe merupakan salah satu bahan yang bersifat feromagnetik dan bahan bersifat paramagnetic seperti Mg, K, Na, Ca. Ketika diberi paparan medan magnet ELF, sel-sel pada jamur tiram akan terinduksi hingga ke jaringan tubuh jamur tiram. Kandungan ion kalsium yang terdapat pada jamur tiram, ketika diberi paparan medan magnet ELF, akan terpengaruh. Akibat adanya medan magnet ELF yang mampu menembus jaringan pada tubuh jamur tiram, akan membuat kanal-kanal ion kalsium semakin banyak terbuka. Ketika ion-ion kalsium lepas dari kanalnya, medan magnet yang juga memberi efek transport ion hingga ke dalam sel membuat ion-ion kalsium yang lepas dari kanal akan mudah masuk ke sel-sel jamur tiram. Adanya ion-ion kalsium yang masuk dengan mudah ke dalam sel-sel tubuh jamur tiram membuat metabolisme pada tubuh jamur tiram semakin meningkat. Adanya peningkatan metabolisme ini, membuat proses pertumbuhan jamur lebih cepat dan lebih maksimal.

Kandungan gizi pada jamur tiram, yang terdiri atas bahan feromagnetik dan bahan paramagnetik juga memberi pengaruh pada proses pertumbuhan jamur tiram. Bahan feromagnetik bila diradiasi dengan medan magnet dari luar, maka medan magnet di dalam bahan itu bertambah besar dan tidak kembali ke nol bila medan magnet luar diadadakan (Jati *et al.*, 2010:124). Selain itu, jamur tiram juga memiliki kandungan gizi yang bersifat paramagnetic. Apabila

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

bahan yang bersifat paramagnetic diberi medan magnet dari luar, maka medan magnet di dalam bahan paramagnetic sebanding dengan medan magnet di luar bahan (Jati *et al.*, 2010:122). Adanya kedua bahan tersebut, paramagnetic dan feromagnetik tersebut, mempengaruhi penyerapan medan magnet ELF pada tubuh jamur tiram dan memberikan perubahan cukup besar. Pemaparan medan magnet mengakibatkan perubahan besar pada sifat fisika dan kimia air, sehingga memicu hidrasi air dan mempercepat pengaktifan hormon dan enzim (Morejon *et al.*, 2007). Adanya perubahan sifat fisika dan sifat kimia pada air di dalam baglog jamur tiram setelah diberi paparan medan magnet ELF, membuat air lebih cepat diserap oleh sel-sel misellium jamur tiram.

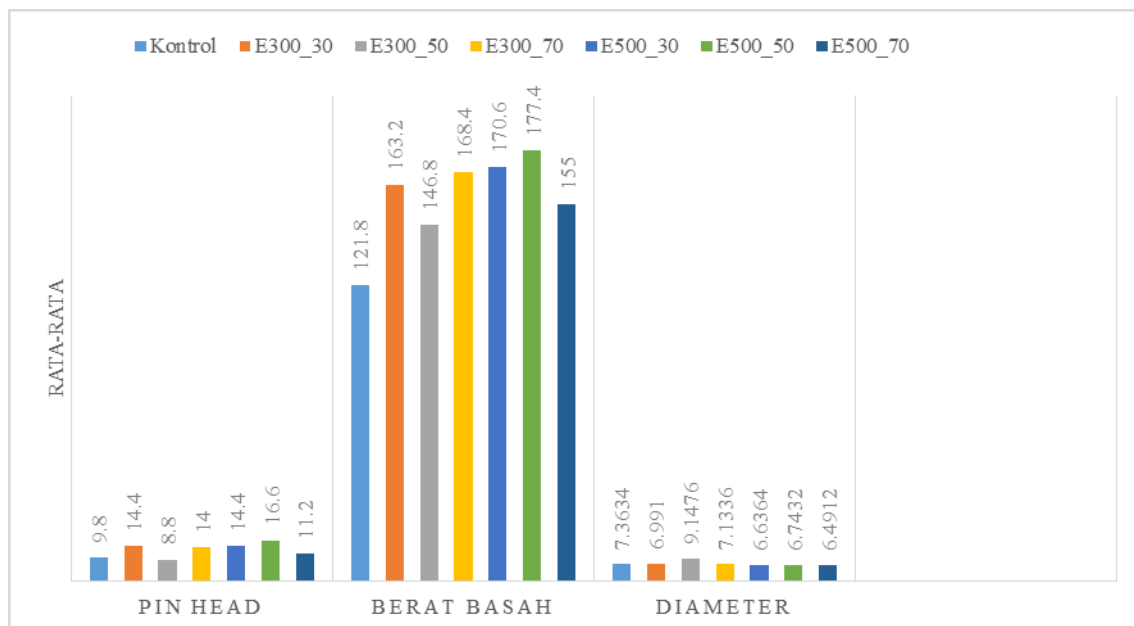
Pemberian dosis paparan medan magnet ELF yang tepat, mampu memaksimalkan pertumbuhan jamur tiram. Namun, apabila dosis paparan yang diberikan berlebihan, membuat pelepasan ion-ion kalsium tidak terkendali. Akibatnya, jamur tiram tidak mampu tumbuh dengan maksimal. Kemunculan pin head jamur tiram pertama pada kelas eksperimen dengan paparan 500 μT selama 50 menit pada hari ke-57 setelah proses pemaparan dilakukan. Sedangkan pada hari ke-58 pin head jamur tiram muncul pada kelas kontrol. Hal ini membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF mampu mempercepat proses munculnya pin head jamur tiram

dibandingkan kelas kontrol tanpa paparan medan magnet ELF.

Setelah masa panen, baglog jamur tiram akan mengalami proses kematian yang ditandai dengan penurunan berat basah, jumlah pin head dan lebar diameter tudung dibandingkan dengan awal panen. Baglog jamur tiram tidak bisa digunakan kembali setelah berumur 4 bulan dari masa pembibitan, karena lebih dari masa itu, kandungan nutrisi dalam baglog jamur tiram sudah menurun yang ditandai dengan penurunan jumlah panen. Baglog jamur tiram yang sudah mati memiliki warna yang kehitaman dan warna putih misellium sudah semakin sedikit. Baglog jamur tiram kelas kontrol mengalami kematian terlebih dahulu daripada baglog kelas eksperimen, yaitu pada hari ke-83. Setelah itu dilanjutkan dengan kematian baglog jamur tiram kelas eksperimen dengan paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 50 menit pada hari ke-92 setelah proses paparan medan magnet ELF dilakukan.

Perbedaan waktu awal tumbuh serta waktu kematian baglog jamur tiram antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF mampu mempengaruhi waktu awal pertumbuhan jamur tiram dan lama masa hidupnya.

Gambar 1. Garafik Perbandingan Jumlah Pin Head, Berat Basah, dan Lebar Tudung Diameter Jamur Tiram



SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Pada penelitian ini, dosis paparan efektif medan magnet ELF untuk meningkatkan pertumbuhan jamur tiram pada paparan 500 μT selama 50 menit, dengan parameter pertumbuhan jumlah pin head, berat basah, dan lebar diameter tudung jamur tiram. Pemberian dosis sebesar 500 μT selama 50 menit dinilai lebih efektif dan tepat dibandingkan dengan intensitas paparan 300 μT . Serta lama paparan selama 50 menit dengan besar paparan 500 μT dinilai lebih efektif daripada paparan 500 μT selama 70 menit. Karena apabila besar paparan dan lama paparan berlebihan mampu merusak beberapa sel di dalam tubuh jamur tiram sehingga mengganggu proses pertumbuhan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada petugas Laboratorium Pendidikan Fisika yang telah memberikan waktu dan tempat bagi peneliti untuk melaksanakan penelitian terutama pada peminjaman alat sumber medan magnet *Extremely Low Frequency*.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa, medan magnet ELF mampu mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram dengan paparan medan magnet ELF sebesar 500 μT selama 50 menit mampu meningkatkan munculnya jumlah pin head jamur tiram, dan meningkatkan berat basah jamur tiram.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diajukan sebagai berikut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang intensitas paparan medan magnet ELF lebih dari 500 μT untuk mengetahui efek lain besar paparan medan magnet pada proses pertumbuhan jamur tiram, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang rentang atau variasi waktu yang digunakan untuk peningkatan pertumbuhan jamur tiram.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Mugiono, Tias Arlianti, dan Chotimatul Azmi. 2011. Panduan Lengkap Jamur. Jakarta: Niaga Swadaya.
- Aditya, Rial, dan Desi Saraswati. 2011. 10 Jurus Sukses Beragribisnis Jamur. Depok: Penebar Swadaya.
- Agustrina, Rochmah, Tundjung T, Handayani, dan Sumardi. 2013. Observation of The Effect Of Static Magnetic Field 0.1 MT on α -Amylase Activity in Legume Germination. 2nd International Conference on Engineering and Technology Development (ICETD 2013), Hlm. 405-412.
- Anies. 2003. Gangguan Kesehatan pada Keluarga yang Bertempat Tinggal di Bawah Saluran Udara Extra Tinggi 500 kV. Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ansari, Raheel M, dan Tom K. Hei. 2000. Effects of 60 Hz Extremely Low Frequency Magnetic Fields (EMF) on Radiation- and Chemical-Induced Mutagenesis in Mammalian Cells, Carcinogenesis. Hlm 1221-1226. Vol 21. No 6.
- Berg, Albercht dan Herman Berg. 2009. Influence of ELF Sinusoidal Electromagnetic Fields on Proliferation and Metabolite Yield of Fungi. Electromagnetic Biology and Medicine. Vol 25. Hlm: 71-77.
- Bernhardt, J.H., J. Brix, dan E. Vogel. 2017. Established Biological Effects of Extremely Low Frequency (ELF) Fields, Current Protection Concepts, and Research Needs. http://www.irpa.net/irpa9/cdrom/VOL.1/V1_30.PDF [serial online]
- Gao, Mengxiang, Jialan Zhang, dan Hao Feng. 2011. Extremely Low Frequency Magnetic Field Effects on Metabolite of *Aspergillus Niger*, Bioelectromagnetics (2011), Hlm. 72-78.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Havas, Magda. 2004. Biological Effects of Low Frequency Electromagnetic Fields. Electromagnetic Environments and Health in Buildings. London: Spon Press.

Jati, Bambang Murdaka Eka, dan Tri Kuntoro Priyambodo. 2010. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Javanmardi, Jamal, Morteza Ranjbar, dan Gholamabbas Shams. 2008. Effect of A Magnetic Field on Growth Indices of Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*). Proceedings of The 17th Congress of The International Society for Mushroom Science. Hlm: 459-913.

Kalac, Pavel. 2012. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol 93. Hlm: 1-11.

Kleijn, Stan de, Mark Bouwens, B.M. Lidy Verburg-van Kemenade, Jan J.M. Cuppen, Gerben Ferwerda, Peter W.M Hermans. 2011. Extremely Low Frequency Electromagnetic Field Exposure does not Modulate Toll-like Receptor Signaling in Human Peripheral Blood Mononuclear Cells. Cytokine. Hlm: 43-50.

Morejon, LP., Palacio, JC Castro., Abad, Velazquez., Govea, AP. 2007. Stimulation of *Pinus tropicalis* M. Seeds by magnetically treated water. International Journal Agrophysics. 21: 173-177.

P, I. Nyoman., Aryantha dan Widya Putra. 2013. Effect Of Magnetic Field Induction To Lovastatin Production In Fruiting Body And Mycelium Of Oyster Musroom (*Pleurotus ostreatus*). Proceeding Indonesian Student Scientific Conference. Hlm: 7-15.

Ross, Christina L., Mevan Siriwardane, Graca Almeida-Porada, Christopher D. Porada, Peter Brink, George J. Christ, Benjamin S. Harrison. 2015. The Effect of Low-Frequency Electromagnetic Field on Human Bone Marrow Stem/Progenitor Cell Differentiation. Stem Cell Research. Hlm: 96-108, vol. 15.

Segatore, B, D. Setacci, F. Bennato, R. Cardigno, G. Amicosante, dan R. Iorio. 2012. Evaluations of the Effects of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields on Growth and Antibiotic Susceptibility of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. International Journal of Microbiology (2012), Hlm:1-8.