

AZOLLA SOLUSI AIR BERSIH BERBASIS HAYATI (Azolla Agen Bioremediasi Air Tercemar, Penyumbang Bahan Organik, dan Nitrogen serta Antibiotik Air di Areal Persawahan)

Ahmed Khusdi Oktaviansyah¹ dan Oktari²

¹Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Email: ahmedkhusdi10@gmail.com / 089520246812

²Program Studi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya

Email: oktarisy89@gmail.com / 081272558980

ABSTRAK

Azolla merupakan tanaman jenis paku air yang bersimbiosis dengan *Cyanobacteria* yang dapat memfiksasi N₂. Nitrogen bebas yang diikat dari udara akan diubah menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Dibawah bimbingan Prof.Dr.Nuni Gofar,M.S. Penulisan karya tulis ilmiah ini bertujuan mengetahui manfaat *Anabaena azollae* yang terdapat dalam Azolla sebagai agen bioremediasi air tercemar, penyumbang bahan organik dan nitrogen serta antibiotik air sawah sehingga nantinya dapat digunakan petani dalam upaya menjaga dan memperbaiki kualitas air persawahan berbasis hayati. Penulisan ini dilakukan dengan metode pengumpulan informasi mengenai karakteristik dan kemampuan Azolla serta penyebab penyakit blas pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa*). Setelah itu ditunjang konsultasi dengan dosen pembimbing dan mahasiswa yang sedang melakukan penelitian terkait *Anabaena azollae* (*Cyanobacteria*) yang terdapat pada Azolla. Azolla akan disebar di perairan padi sawah. Azolla akan menyerap logam berat dan menyediakan unsur hara bagi tanaman padi. Anabaena dapat menghasilkan racun dalam ekologi air akuatik dan menghasilkan alkaloid neurotoksin dan anatoksin. Jenis racun anatoksin yang dihasilkan *Anabaena azollae* antara lain racun organofosfat, karbamat dan saxitoksin. Anabaena juga menghasilkan microcystin yang merupakan jenis toksin hepato dan menghasilkan cylindrospermopsin yang merupakan mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba yang merupakan mikroba penyebab penyakit di perairan sawah. Hal inilah yang dapat memperbaiki kualitas air persawahan bersih dari minyak dan logam berat, kaya nitrogen, dan terbebas dari penyebab penyakit tanaman padi sawah.

Kata Kunci: Air, *Anabaena azollae*, Antibiotik, Azolla, Sawah

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan elemen penting bagi kehidupan, semua kegiatan pertanian membutuhkan air seperti persawahan, oleh karena itulah perlunya menjaga kualitas air dari segala aspek untuk menciptakan keadaan optimal bagi tanaman. Azolla merupakan tanaman jenis paku air yang hidupnya bersimbiosis dengan *Cyanobacteria* yang dapat memfiksasi N₂. Tanaman ini secara tidak langsung mampu mengikat nitrogen bebas yang ada di udara dan dengan bantuan mikroorganisme *Anabaena azollae*, nitrogen bebas yang diikat dari udara akan diubah menjadi bentuk yang tersedia bagi tumbuhan. Simbiosis ini menyebabkan



azolla mempunyai kualitas nutrisi yang baik sehingga dapat digunakan sebagai agen bioremediasi, penyumbang nitrogen, bahan organik, dan sebagai antibiotik air di perairan padi sawah. Spesies ini relatif banyak pada areal persawahan di Indonesia. Dengan memanfaatkan azolla sebagai pupuk organik yang memiliki kemampuan untuk menyediakan kebutuhan hara bagi tanaman, khususnya kebutuhan akan unsur N, maka kebutuhan N bagi tanaman dapat terpenuhi tidak hanya dari pupuk anorganik dan pada akhirnya diharapkan dapat mengurangi konsumsi terhadap pupuk anorganik. Penggunaan azolla sebagai bahan pembuatan pupuk organik telah dilakukan untuk budidaya tanaman padi di Vietnam utara. Kelebihan dari pembuatan pupuk organik ini adalah bahwa tanaman ini cepat berkembangbiak dan memberikan hasil panen kompos hijau yang lebih tinggi.

Cyanobacteria dapat diaplikasikan dalam bioteknologi berbagai bidang, seperti pertanian, perikanan, pengendalian polusi (bioremediasi), bioenergi dan biofuel, dan bahan nutrisi telah terdokumentasi dengan baik. Selain itu, organisme ini dikenal untuk menghasilkan berbagai senyawa bioaktif farmakologis penting seperti antibakteri, antijamur, antivirus, antikanker, antioksidan dan relaksan otot serta bernilai komersial tinggi untuk produk-produk penting, seperti polyunsaturated fatty acids (PUFA) dan fikobiliprotein. *Anabaena azollae* adalah salah satu jenis cyanophyta yang mengandung heterocyst dan vakuola gas. *Anabaena* dapat menghasilkan racun dalam ekologi air akuatik dan menghasilkan alkaloid neurotoksin dan anatoksin. Jenis racun anatoksin yang di hasilkan *Anabaena azollae* ada tiga jenis yaitu racun organofosfat, karbamat dan saxitoksin. *Anabaena* juga menghasilkan microcystin yang merupakan jenis toksin hepato dan menghasilkan cylindrospermopsin yang merupakan mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba.

Penyakit blas adalah penyakit penting pada tanaman padi yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia oryzae* Cav (Santoso dan Nasution, 2012). Penyakit blas dikenal sebagai penyakit demam pada padi (*rice fever disease*) di Cina pada awal tahun 1637, dilaporkan sebagai *Imochi-byo* di Jepang pada tahun 1704, dan disebut sebagai *brusone* di Itali pada tahun 1828 (Shafaullah *et al.*, 2011). Penyakit blas dianggap sebagai penyakit paling penting karena penyebarannya yang luas dan menyebabkan kehilangan hasil yang parah. *P.oryzae* dapat menyerang pada seluruh fase pertumbuhan tanaman padi dan mampu menurunkan produksi padi dalam jumlah besar. Cendawan ini menginfeksi tanaman padi bagian daun (*leaf blast*), buku (*node blast*), leher malai (*neck blast*), bulir padi (*spikelet blast*) dan daun pelepah (*collar rot*).

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari karya tulis ini antara lain:

1. Apa manfaat dari *Anabaena azollae* yang terdapat pada Azolla?
2. Bagaimana mengatasi masalah penyakit tanaman padi akibat patogen di perairan sawah?
3. Bagaimana Azolla dapat menjadi penting bagi perairan padi sawah?



Tujuan

Adapun tujuan dari karya tulis ini antara lain:

1. Untuk mengetahui manfaat *Anabaena azollae* yang terdapat pada Azolla
2. Untuk mengetahui penyebab dari penyakit tanaman padi dan cara mengatasinya dengan penggunaan agen biologis
3. Untuk memahami bagaimana efek dari Azolla pada perairan sawah sehingga dapat menjadi penting bagi kualitas air sawah

Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan karya tulis ini antara lain:

1. Bagi Pemerintah, diharapkan agar lebih memperhatikan kualitas perairan terutama persawahan dengan menerapkan agen biologis yang lebih ramah lingkungan agar hasil produksi dapat maksimal dan sistem pertanian berkelanjutan dapat tercapai.
2. Bagi Masyarakat, diharapkan dapat mengoptimalkan bahan organik dan pupuk alami dalam budidaya tanaman serta mengurangi penggunaan pupuk anorganik.
3. Bagi Pelajar dan Mahasiswa, diharapkan dapat menjadi pembelajaran bahwa semua yang ada di bumi termasuk agen biologis seperti mikroorganisme dapat sangat bermanfaat apabila terus dipelajari dan diteliti untuk karya ilmiah selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Azolla merupakan tanaman jenis paku air yang hidupnya bersimbiosis dengan *Cyanobacteria* yang dapat memfiksasi N₂. Tanaman ini secara tidak langsung mampu mengikat nitrogen bebas yang ada di udara dan dengan bantuan mikroorganisme *Anabaena azollae*, nitrogen bebas yang diikat dari udara akan diubah menjadi bentuk yang tersedia bagi tumbuhan (Rao, 2007).

Simbiosis ini menyebabkan azolla mempunyai kualitas nutrisi yang baik. Spesies ini relatif banyak pada areal persawahan di Indonesia. Dengan memanfaatkan azolla sebagai pupuk organik yang memiliki kemampuan untuk menyediakan kebutuhan hara bagi tanaman, khususnya kebutuhan akan unsur N, maka kebutuhan N bagi tanaman dapat terpenuhi tidak hanya dari pupuk anorganik dan pada akhirnya diharapkan dapat mengurangi konsumsi terhadap pupuk anorganik. Penggunaan azolla sebagai bahan pembuatan pupuk organik telah dilakukan untuk budi daya tanaman padi di Vietnam utara. Kelebihan dari pembuatan pupuk organik ini adalah bahwa tanaman ini cepat berkembangbiak dan memberikan hasil panen kompos hijau yang lebih tinggi (Rao, 2007).

Penelitian terbaru tentang alga dari filum *Cyanobacteria*, yaitu aplikasinya dalam bioteknologi berbagai bidang, seperti pertanian, perikanan, pengendalian polusi (bioremediasi), bioenergi dan biofuel, dan bahan nutrisi telah terdokumentasi dengan baik (Abed *et al.*, 2009). Selain itu, organisme ini dikenal untuk menghasilkan berbagai senyawa bioaktif farmakologis penting seperti antibakteri, antijamur, antivirus, antikanker, antioksidan dan relaksan otot (Pandey *et al.*, 2007) serta bernilai komersial tinggi untuk produk-produk penting, seperti



polyunsaturated fatty acids (PUFA) dan fikobiliprotein (Sekar dan Chandramohan, 2008).

Anabaena azollae adalah salah satu jenis cyanophyta yang mengandung heterocyst dan vakuola gas. *Anabaena* dapat menghasilkan racun dalam ekologi air akuatik dan menghasilkan alkaloid neurotoksin dan anatoksin. Jenis racun anatoksin yang di hasilkan *Anabaena azollae* ada tiga jenis yaitu racun organofosfat, karbamat dan saxitoksin (WHO, 2003). *Anabaena* juga menghasilkan microcystin yang merupakan jenis toksin hepato dan menghasilkan cylindrospermopsin yang merupakan mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba (Griffiths dan Saker, 2003).

Penyakit blas adalah penyakit penting pada tanaman padi yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia oryzae* Cav (Santoso dan Nasution, 2012). Penyakit blas dikenal sebagai penyakit demam pada padi (*rice fever disease*) di Cina pada awal tahun 1637, dilaporkan sebagai *Imochi-byo* di Jepang pada tahun 1704, dan disebut sebagai *brusone* di Itali pada tahun 1828 (Shafaullah *et al.*, 2011). Penyakit blas dianggap sebagai penyakit paling penting karena penyebarannya yang luas dan menyebabkan kehilangan hasil yang parah. *P.oryzae* dapat menyerang pada seluruh fase pertumbuhan tanaman padi dan mampu menurunkan produksi padi dalam jumlah besar. Cendawan ini menginfeksi tanaman padi bagian daun (*leaf blast*), buku (*node blast*), leher malai (*neck blast*), bulir padi (*spikelet blast*) dan daun pelepah (*collar rot*) (Munoz *et al.*, 2007).

METODOLOGI

Adapun prosedur kerja yang akan dilakukan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut :

Kegiatan Persiapan

Kegiatan persiapan penelitian dilakukan dengan mengumpulkan studi pustaka dan literatur yang berkaitan dengan penelitian. Selain itu, diperlukan juga data-data dan informasi yang mendukung untuk penelitian. Pustaka dan literatur yang dikumpulkan harus relevan dan terbaru sehingga dapat memantapkan penelitian. Hal lain yang meliputi tahapan persiapan yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan di lapangan dan di laboratorium.

Pengambilan Azolla yang digunakan

Pengambilan azolla yang digunakan untuk percobaan yaitu azolla dari lahan budidaya azolla di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya.



Gambar 2. Tempat Budidaya Azolla

Ekstraksi *Anabaena azollae*

Azolla yang akan digunakan untuk penelitian tersebut kemudian dicuci menggunakan akuades. Selanjutnya, azolla ditimbang untuk mengetahui bobot basahya. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah dikeringkan, lalu di blender sehingga berubah berbentuk serbuk. Ekstraksi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) dan menggunakan pelarut etil asetat.

Biomassa kering azolla ditimbang seberat ± 4 mg, kemudian ditambahkan 5 mL pelarut etil asetat. Campuran tersebut disonikasi selama 5 menit, kemudian dikocok menggunakan shaker selama 15 menit lalu disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipisahkan dan ditampung dalam botol kaca. Biomassa yang terdapat dalam pelet kembali ditambahkan 5 mL pelarut etil asetat. Tahapan ekstraksi diulang, dikocok menggunakan shaker, sentrifugasi, sampai memisahkan supernatan. Ekstraksi diulang sampai semua metabolit dalam biomassa terekstrak, ditandai dengan biomassa sel yang menjadi putih. Supernatan yang ditampung dikeringkan menggunakan *Rotatory evaporator*. Ekstrak yang didapat kemudian ditimbang dan dilarutkan dalam 6 mL akuades steril.

Persiapan Jamur Uji

1. Isolasi dan Identifikasi Jamur *Pyricularia oryzae*

Sampel daun tanaman padi bergejala blas dipotong kecil (± 1 cm) lalu direndam kloroks (NaOCl) 1% selama satu menit. Kemudian potongan daun bergejala tersebut direndam dalam akuades selama satu menit untuk dibilas lalu ditiriskan pada kertas saring steril. Setelah itu 5 – 6 potongan sampel disusun pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Setelah beberapa hari, jamur yang tumbuh dimurnikan dan diidentifikasi menggunakan mikroskop (Mehrota dan Aggarwal, 2003).

2. Peremajaan Jamur

Peremajaan isolat yaitu untuk memacu pembentukan struktur reproduksi/morfologi fungi. Beberapa media yang digunakan untuk proses peremajaan isolat diantaranya: media PDA (*Potato Dextrose Agar*), komposisi satu liter PDA terdiri atas kentang 200 gram, agar/gel 20 gram dan 15 gram Dextrose, kemudian media agar air (Water Agar, 2% agar) terbuat dari 1 liter air steril dan 20 gram agar (1 liter larutan Water Agar). Media tersebut disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Media yang sudah disterilisasi dituangkan ke dalam cawan petri, tunggu hingga media dingin dan membeku, selanjutnya isolat fungi dimasukkan ke dalam media yang telah disiapkan dengan menggunakan jarum ose di dalam laminar air flow. Kemudian kultur diinkubasi pada suhu kamar selama waktu yang ditentukan.

Pembuatan Media Pembenuhan



Pembuatan media pembenihan dengan menggunakan media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) dengan komposisi mycological peptone 10 g, glucose 40 g, dan agar 15 g. Media agar dibuat dengan melarutkan 65 gram SDA kedalam 1 L akuades panas. Serbuk SDA dilarutkan sedikit demi sedikit hingga menjadi larutan yang homogen. Kemudian media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit. Media yang sudah disterilisasi dituang dalam cawan petri sebanyak 20 mL dan digunakan untuk pembenihan jamur uji.

Pengujian Aktivitas Antifungi

Uji daya antifungi dilakukan dengan metode difusi agar (dengan menggunakan lubang/metode perforasi). Uji aktivitas jamur digunakan media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) yang sudah di sterilisasi dengan autoclaf selama 15 menit pada suhu 121°C, tekanan 1 atm. Media SDA didiamkan hingga suhu mencapai kisaran 40°-50°C, kemudian medium SDA steril dituang ke dalam cawan petri sebanyak 20 mL dan dibiarkan hingga memadat pada suhu kamar, lalu dilakukan penanaman jamur uji dengan menggunakan metode *spread plate*.

Penanaman Jamur uji dengan menggunakan metode *spread plate* dilakukan dengan cara mengambil suspensi jamur yang sudah dibuat sebelumnya sebanyak 0,05 mL dengan menggunakan mikro pipet kemudian diteteskan pada bagian tengah permukaan agar yang sudah memadat. Tetesan suspensi jamur tersebut kemudian diratakan dengan menggunakan batang *drigalsky* yang sudah steril dengan sesekali cawan petri diputar agar penebaran jamur uji lebih merata.

Media padat yang sudah bercampur dengan jamur uji dibuat sumuran dengan menggunakan pelubang gabus (perforator) berdiameter 6 mm (Ratnasari, 2009). Larutan uji dari ekstrak *Azolla* sp. diinjeksikan sebanyak 2 mL kedalam lubang sumuran (*hold*), kemudian inkubasikan selama 1x24 jam dengan suhu 24°-25°C dalam inkubator. Pengamatan hasil inkubasi dilakukan terhadap adanya koloni jamur uji dan zona bening disekitar sumuran yang menandakan adanya efek penghambatan larutan uji terhadap jamur uji. Zona bening yang ada merupakan zona hambat pertumbuhan jamur uji, dapat diukur diameternya dengan menggunakan jangka sorong.

3.7. Penyebaran Azolla di Perairan Sawah

Penyebaran dilakukan sebelum tanaman padi ditanam di perairan sawah, ini dilakukan dengan menyebarkan acak *Azolla* lalu ketikan *Azolla* sudah tumbuh dan berkembang dengan baik, air diturunkan. Air yang diturunkan menyebabkan *Azolla* akan berubah menjadi bahan organik karena hancur oleh tanah persawahan, namun *Anabaena azollae* tidak mati dan bersama dengan sisa-sisa *Azolla* nantinya akan tumbuh lagi setelah air telah digenangi lagi.





Gambar 2. Sasaran Penyebaran (Perairan sawah)

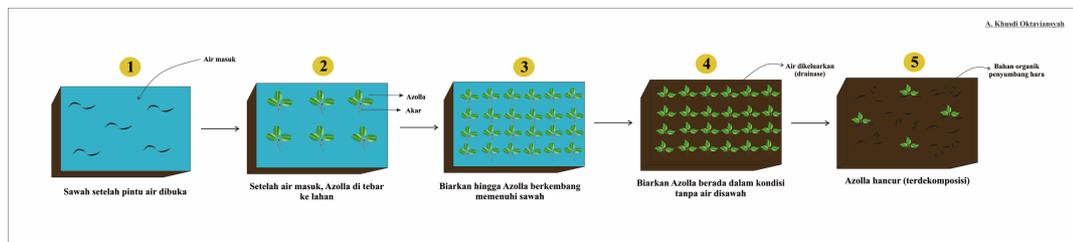
Peninjauan Ulang

Setelah disebarakan lalu ditinjau ulang benefit dari aplikasi Azolla di perairan sawah, berpengaruh terhadap kualitas air dan keadaan tanaman padi sawah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

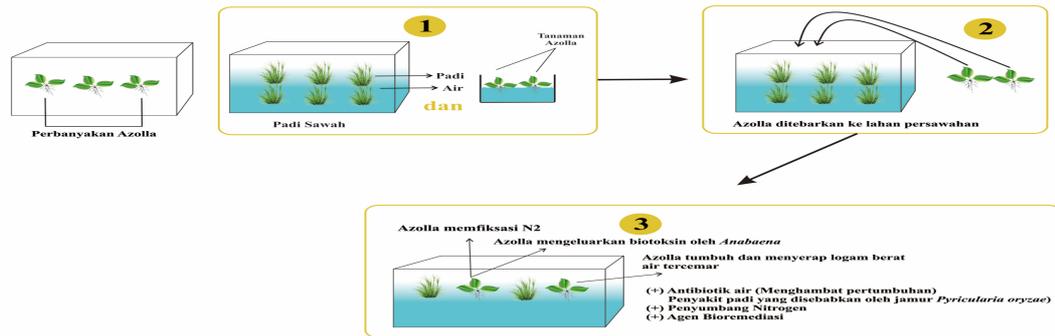
Penebaran Azolla pada lahan persawahan tentu akan menjadi bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah yaitu penyumbang bahan organik. Dapat dilihat dari ilustrasi dibawah ini bahwa Azolla akan hancur menjadi bahan organik.



Gambar 3. Penebaran Azolla di lahan persawahan

Selain itu dengan keberadaan Azolla dapat pula memperbaiki kualitas air di daerah persawahan karena Azolla bersimbiosis dengan Cyanobacter yang dapat menghambat pertumbuhan dari penyebab penyakit blas tanaman padi. Dapat dilihat ilustrasi dibawah ini bagaimana peran Cyanobacter dapat menjadi agen pengendalian penyakit berbasis hayati.





Gambar 4. peran Cyanobacter dapat menjadi agen pengendalian penyakit berbasis hayati. peran Cyanobacter dapat menjadi agen pengendalian penyakit berbasis hayati.

Pembahasan

Azolla merupakan tanaman yang bersimbiosis dengan mikroorganismenya *Anabaena azollae* yang akan membantu dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman, selain itu Azolla juga dapat menjadi agen hayati yang fungsinya menyerap logam berat dari air yang tercemar. Kegiatan persiapan penelitian dilakukan dengan mengumpulkan studi pustaka dan literatur yang berkaitan dengan penelitian. Selain itu, diperlukan juga data-data dan informasi yang mendukung penulisan ini. Pustaka dan literatur yang dikumpulkan harus relevan dan terbaru sehingga dapat memantapkan hasil tulisan. Hal lain yang meliputi tahapan persiapan yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan di lapangan dan di laboratorium. Pengambilan azolla yang digunakan untuk percobaan yaitu azolla dari lahan budidaya azolla di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya. Azolla yang akan digunakan untuk penelitian tersebut kemudian dicuci menggunakan akuades. Selanjutnya, azolla ditimbang untuk mengetahui bobot basahnya. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari

Uji daya antifungi dilakukan dengan metode difusi agar (dengan menggunakan lubang/metode perforasi). Uji aktivitas jamur digunakan media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) yang sudah di sterilisasi dengan autoclaf selama 15 menit pada suhu 121°C, tekanan 1 atm. Media SDA didiamkan hingga suhu mencapai kisaran 40°-50°C, kemudian medium SDA steril dituang ke dalam cawan petri sebanyak 20 mL dan dibiarkan hingga memadat pada suhu kamar, lalu dilakukan penanaman jamur uji dengan menggunakan metode *spread plate*.

Setelah itu dilakukan penyebaran Azolla di perairan sawah. Penyebaran dilakukan sebelum tanaman padi ditanam di perairan sawah, ini dilakukan dengan menyebarkan acak Azolla lalu ketika Azolla sudah tumbuh dan berkembang dengan baik, air diturunkan. Air yang diturunkan menyebabkan Azolla akan berubah menjadi bahan organik karena hancur oleh tanah persawahan, namun *Anabaena azollae* tidak mati dan bersama dengan sisa-sisa Azolla nantinya akan tumbuh lagi setelah air telah digenangi lagi. Nantinya Azolla akan menjadi agen bioremediasi karena menyerap logam berat dan minyak yang menyebabkan air tercemar, *Anabaena azollae* akan memfiksasi N₂ dan diubah menjadi unsur yang



dapat diserap tanaman. Lalu nantinya akan mengeliarkan toxic yang mampu menghambat pertumbuhan dari cendawan *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas pada tanaman padi. Hal ini tidak terlepas dari kualitas air yang baik di perairan sawah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penulisan karya tulis ilmiah ini antara lain:

1. Azolla sangat bermanfaat dalam upaya bioremediasi perairan tercemar.
2. Azolla dapat membantu tanaman padi sawah dengan meningkatkan nitrogen.
3. Azolla dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah pada daerah persawahan.
4. Azolla dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur penyebab penyakit padi di perairan persawahan.

Saran

Saran dari penulisan karya ilmiah ini sebaiknya pemerintah, masyarakat, dan para mahasiswa bersama-sama menjaga kualitas air karena air merupakan sumber kehidupan. Selain itu penulis berharap dengan adanya karya tulis ini dapat membangkitkan semangat dari para mahasiswa untuk terus mengkaji pengetahuan baru dalam rangka mewujudkan sistem pertanian yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abed, R. M., M. S. Dobretsov and K. Sudesh., 2009. Applications of cyanobacteria in biotechnology. *J. Appl. Microbiol*, 106 (1) : 1-12.
- Griffiths, D. J., and Saker, M. L., 2003. The Palm Island mystery disease 20 years on: a review of research on the cyanotoxin cylindrospermopsin. *Environ Toxicol*, 18(2) : 78-93.
- Mehrota RS dan Aggarwal A., 2003. *Plant Pathology*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Munoz MC, Álvarez IL, & Aguliar M., 2007. Resistance of rice cultivars to *Pyricularia oryzae* in Southern Spain. Spain. *J. Agric. Res*, 5(1): 59– 66.
- Pandey, V. D., R. K. Gupta and S. K. Singh., 2007. Cyanobacteria as a source of pharmaceutical compounds. In: Gupta, R. K. and Pandey, V.D.(Eds.). *Advances in applied phycology*. Daya Publishing House. Delhi. Pp. 250-260.
- Rao, S., 2007. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta.
- Ratnasari, 2009. Uji Aktifitas Antibakteri Ekstrak Diklorometan dan Etil Asetat Daun Mimba (*Azadiractna indica* A. Juss) terhadap Bakteri *Staphlococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.



- Santoso dan Nasution, A., 2012. *Pengendalian Penyakit Blas dan Penyakit Cendawan Lainnya*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jawa Barat.
- Sekar, S. and M. Chandramohan., 2008. Fikobiliprotein as a commodity: trends in applied research, patents and commercialization. *J. Appl. Phycol*, 20 (2): 113-136.
- Shafaullah MAK, Khan NA, Mahmood Y., 2011. Effect of epidemiological factors on the incidence of paddy blast (*Pyricularia oryzae*) disease. *Pak J Phytopathol*, 23(2): 108-111.
- WHO, 2003. *Guidelines for safe recreational water environments – Volume 1: coastal and fresh waters*. World Health Organization: Geneva.

