

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
HIBAH BERSAING
Tahun Anggaran 2012**



**PENGEMBANGAN PERTANIAN ORGANIK MELALUI
PEMANFAATAAN PUPUK KAYA HARA DARI
LIMBAH ENCENG GONDOK GUNA MENINGKATKAN
PRODUKSI DAN KUALITAS BAWANG MERAH SERTA
PERBAIKAN LINGKUNGAN KOTA TEGAL**

Peneliti :

**Drs. HERSUGONDO, MM.
Dr. HERMIN PANCASAKTI KUSUMANINGRUM, S.Si., M.Si.
Prof. Dr. Ir. MUHAMMAD ZAINURI, DEA.
Drs. BUDI RAHARJO, MSi.**

Dibiayai oleh Kopertis Wil. VI/Dikti Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan,
sesuai dengan surat perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Multi Tahun TA. 2012
No: 023/O06.2/PP/SP/2012 tanggal 24 Pebruari 2012

**FAKULTAS EKONOMI
UNIVERSITAS STIKUBANK SEMARANG
2012**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN HIBAH BERSAING**

1. Judul : Pengembangan Pertanian Organik melalui Pemanfaatan Pupuk Kaya Hara dari Limbah Enceng Gondok Guna Meningkatkan Produksi dan Kualitas Bawang Merah serta Perbaikan Lingkungan Kabupaten Tegal
2. Ketua Peneliti
- 2.1 Data Pribadi
- a. Nama Lengkap : Drs. Hersugondo, MM.
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. NIP/Golongan : 196503271989011001/4a
d. Strata/Jab. Fungsional : S2/Lektor Kepala
e. Jabatan Struktural : -
f. Fakultas/Jurusan : Ekonomi/Ekonomi Manajemen
g. Bidang Ilmu : Ekonomi Manajemen
h. Alamat Kantor : Jl. Kendeng V Bendhan Ngisor. Semarang. 50213
i. Telpon/Faks/E-mail : 024-8414970/024-8441738/gandasakti@yahoo.com
j. Alamat Rumah : Jl. Kendeng Barat VI/28 Semarang.50232
k. Telepon/Faks : 024-8444958 hp. 08157721165
- 2.2 Mata Kuliah yang Diampu dan Jumlah sks
- a. Mata Kuliah I : Studi Kelayakan Proyek 3 sks
b. Mata Kuliah II : Statistik 3 sks
c. Mata Kuliah III : Lingkungan Bisnis 2 sks
d. Mata Kuliah IV : Etika Bisnis 3 sks
- 2.3 Penelitian Terakhir
- a. Judul Penelitian I : Pengaruh Kinerja Perusahaan terhadap Trading Volume Activity di Bursa Efek Indonesia
b. Judul Penelitian II : Studi Komparatif Usaha Petani Tebu dan Bawang Merah di Brebes Jawa Tengah
c. Judul Penelitian III : Studi Kelayakan Proyek Budidaya Udang Windu di Kabupaten Brebes Jawa Tengah
d. Judul Penelitian IV : Pengembangan Usaha Budidaya untuk Meningkatkan Pendapatan Petani Bawang merah melalui Diversifikasi Pakan Akuakultur dengan Kandungan Karotenoid Tinggi Hasil Fusi protoplasma Alga *Dunaliella* dan Khamir *Phaffia rhodozyma*
5. Jangka Waktu Penelitian : 3 tahun
6. Lokasi Penelitian : Laboratorium Ekonomi UNISBANK, Laboratorium Genetika dan Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNDIP dan Laboratorium Oseanografi FPIK UNDIP
7. Pembiayaan
- | | Biaya diajukan ke Dikti | Biaya dari Instansi Lain |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| - Biaya Tahun ke 1 | Rp. 40.000.000,- | Rp. 0,- |
-
-

Mengetahui :
Dekan FE UNISBANK

Semarang, 12 Nopember 2012
Ketua Peneliti

Dr. Alimudin Rizal, SE, MM.

Drs. Hersugondo, MM.
NIP. 196503271989011001

Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Stikubank

Dr. Dra. Lie Liana, M. M.Si.

DAFTAR ISI

	Halaman
1. URAIAN UMUM	1
2. ABSTRAK	2
3. TUJUAN KHUSUS	3
4. PENTINGNYA PENELITIAN YANG DIRENCANAKAN	3
5. STUDI PUSTAKA / KEMAJUAN YANG TELAH DICAPAI DAN STUDI PENDAHULUAN YANG SUDAH DILAKSANAKAN	4
6. METODE PENELITIAN	22
7. LUARAN PENELITIAN	28
8. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
9. KESIMPULAN	35
10. PUSTAKA ACUAN	35
 LAMPIRAN	
BIOGRAFI/DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI	38

1. URAIAN UMUM

1.1 Judul Usul : Pengembangan Pertanian Organik melalui Pemanfaatan Pupuk Kaya Hara dari Limbah Enceng Gondok Guna Meningkatkan Produksi dan Kualitas Bawang Merah serta Kualitas Lingkungan Kabupaten Tegal

1.2 Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Drs. Hersugondo, MM.
b. Bidang Keahlian : Ekonomi Manajemen
c. Jabatan : Lektor Kepala
d. Unit Kerja : Jurusan Ekonomi Manajemen FE UNISBANK
e. Alamat Surat : Kampus UNISBANK Kendeng VI Bendhan Ngisor
Semarang. 50213
f. Telepon : 024 – 8414970
g. Faksimil : 024 – 8411738
h. E-mail : gandasakti@yahoo.com

1.3 Anggota Peneliti

No	Nama	Bidang Keahlian	Instansi	Alokasi Waktu	
				Jam/mg	bulan
1	Dr. Hermin Panca sakti K, S.Si., M.Si	Genetika dan Biologi Molekular	Jur. Biologi FMIPA UNDIP	10.5	10
2	Prof. Dr. Ir. Muhammad Zainuri, DEA	Biologi Populasi dan Budidaya	Prodi Oseanografi FPIK UNDIP	10.5	10
3	Drs. Budi Raharjo, MSi.	Mikrobiologi	Jur. Biologi FMIPA UNDIP	10.5	10

4. Objek Penelitian :

Objek penelitian adalah Petani Bawang Merah, Pupuk kaya Hara Enceng Gondok, Bawang Merah, Kualitas Lingkungan

5. Masa Pelaksanaan Penelitian :

Mulai : 2012 Berakhir : 2015

6. Anggaran yang diusulkan :

- Tahun pertama : Rp. 50.000.000,00 (Lima Puluh Juta Rupiah)
- Tahun kedua : Rp. 50.000.000,00 (Lima Puluh Juta Rupiah)
- Tahun ketiga : Rp. 50.000.000,00 (Lima Puluh Juta Rupiah)
- Anggaran keseluruhan : Rp. 150.000.000,00 (Seratus Lima Puluh Juta Rupiah)

7. Lokasi Penelitian : Laboratorium Ekonomi, UNISBANK

Laboratorium Genetika dan Lab. Mikrobiologi, Jur. Biologi FMIPA UNDIP
Rumah Kaca Jurusan Biologi, FMIPA UNDIP
Pertanian Bawang Merah Kabupaten Tegal

8. Hasil yang ditargetkan :

Penelitian ini merupakan paket teknologi yang berupa penerapan teknologi, aplikasi produk dan pengaruhnya terhadap pertanian bawang merah secara terukur

9. Instansi Lain yang Terlibat : tidak ada

10. Keterangan Lain yang Dianggap Perlu : -

2. ABSTRAK RENCANA PENELITIAN

Ketergantungan pestisida pada sentra produksi bawang merah Kabupaten Tegal telah menimbulkan pencemaran logam berat Pb dan Cd di dalam tanah dan tanaman. Masalahnya, kadar logam tersebut telah melebihi ambang batas yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Sejauh ini usaha untuk mengamati pola introduksi suatu pupuk organik kaya hara berbasis limbah seperti enceng gondok, aplikasi dan dampaknya terhadap produksi, lingkungan, keamanan pangan, dan pendapatan petani bawang merah belum pernah terukur secara ekonomi. Aplikasi pupuk kaya hara sangat dibutuhkan untuk mengatasi dampak pestisida terhadap produk, lahan, lingkungan dan pendapatan petani. Enceng gondok mempunyai kandungan hara dan konsorsium mikroba yang tinggi dan limbahnya sangat potensial sebagai pupuk organik. dan telah terbukti meningkatkan besaran umbi secara *in vitro*. Tujuan khusus penelitian ini adalah pengembangan usaha pertanian organik dan perbaikan kualitas lingkungan guna meningkatkan pendapatan petani bawang merah secara berkelanjutan melalui aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok. Penelitian ini memiliki implikasi ilmiah lain karena jika produksi dan kualitas bawang merah dapat ditingkatkan menggunakan pupuk enceng gondok maka diharapkan nantinya aras produksi pertanian organik bawang merah dapat meningkat secara berkelanjutan selaras dengan kualitas lingkungan, derajat kesehatan dan pendapatan masyarakat. Tahap awal dalam penelitian ini akan melakukan pembuatan pupuk, kultivasi konsorsium mikrobia dalam pupuk, diikuti analisis kandungan hara dan logam berat dalam tanah dibandingkan dengan kontrol dan analisis produksi. Tahap kedua adalah analisis produksi dan kualitas bawang merah. Analisis kandungan hara dan logam berat dalam tanah tetap dilakukan secara kontinyu. Tahap akhir akan menganalisis untung rugi, analisis ekonomi dan pendapatan serta analisis kualitas lingkungan. Pada jangka panjang, penggunaan pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok akan semakin mengurangi pemakaian pupuk kimiawi bawang merah akan semakin meningkat produksi dan kualitasnya diikuti peningkatan pendapatan petani. Apabila aplikasi teknologi ternyata berhasil diharapkan kegiatan ini menjadi model percontohan yang akan dapat diaplikasikan di tempat lain.

3. TUJUAN KHUSUS

Penelitian ini bertujuan khusus untuk pengembangan usaha pertanian organik dan perbaikan kualitas lingkungan guna meningkatkan pendapatan petani bawang merah secara berkelanjutan melalui aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok. Secara khusus, limbah enceng gondok telah terbukti meningkatkan besaran umbi bawang merah sampai 30% dan tingkat keamanan untuk dikonsumsi. Tujuan jangka panjang dari penelitian ini adalah meningkatkan produksi bawang merah dengan pertanian organik secara berkelanjutan dan menghasilkan komposisi dan formulasi pupuk kaya hara untuk berbagai tanaman budidaya.

4. PENTINGNYA PENELITIAN YANG DIRENCANAKAN

Analisis produksi dan analisis untung rugi secara ekonomi untuk mengamati pola introduksi suatu teknologi, aplikasi dan dampaknya terhadap budidaya, pendapatan petani dan perbaikan kualitas lingkungan belum pernah terukur. Introduksi suatu teknologi baru seperti pupuk kaya hara dalam menghasilkan pertanian organik memiliki potensi ekonomi tinggi karena teknik ini lebih murah, mudah dan aman dibandingkan teknologi yang lain, meningkatkan produksi dan kualitas keamanan konsumsi bawang merah, mengurangi pemakaian pupuk kimiawi sehingga memperkecil pengeluaran petani dan memperbaiki serta meningkatkan kualitas lingkungan secara berkelanjutan. Capaian yang diperoleh juga menguntungkan secara ekonomi karena umbi bawang merah menggunakan metode tersebut telah menunjukkan peningkatan ukuran sehingga berpotensi meningkatkan harga jual (Kusumaningrum, 2009, *unpublished*).

Penelitian ini mempunyai implikasi praktis dan aplikatif secara ekonomi dalam hal peningkatan pendapatan petani bawang merah, yaitu dengan melakukan analisis produksi dan analisis untung rugi terhadap produksi dan kualitas bawang merah. Dengan demikian jika produksi dan kualitas bawang merah dapat ditingkatkan menggunakan pupuk kaya hara maka diharapkan nantinya aras produksi pertanian organik bawang merah dapat meningkat secara berkelanjutan dengan peningkatan kualitas lingkungan. Sejauh yang diketahui, penelitian semacam ini belum pernah dilakukan.

Enceng gondok mengandung berbagai bahan hara yang penting bagi tanaman dan mikroba rizosfir yang mampu menambat nitrogen sehingga akan membantu pertumbuhan tanaman melalui aktivitas nitrogenase. Di sisi lain enceng gondok mempunyai kemampuan menyerap logam berat yaitu besi (Fe) dan timbal (Pb). Diyakini enceng gondok juga mampu menurunkan kadar polutan Hg, Zn, dan Cu yang secara struktur kimia, atom Hg, Zn, dan Cu termasuk dalam golongan logam berat bersama Pb dan Fe. Nilai kebaruan yang memiliki *scientific merit* yang sangat menonjol dalam penelitian ini adalah aplikasi limbah enceng gondok yang kaya hara terhadap pertanian bawang merah untuk mengembangkan pertanian organik merupakan hal yang belum pernah dilakukan sejauh ini. Nilai ilmiah dan kebaruan lain yang sangat berharga adalah aktivitas mikroba nitrogenase dan penyerapan residu pupuk kimiawi oleh mikroba pada limbah enceng gondok pada pertanian bawang merah yang bergantung pupuk kimiawi dan keunggulannya dalam meningkatkan nilai ekonomi produk belum pernah diungkap.

3. STUDI PUSTAKA / KEMAJUAN YANG TELAH DICAPAI DAN STUDI PENDAHULUAN YANG TELAH DILAKSANAKAN

4.1. Teknik Analisis Untung Rugi secara Ekonomi

Laporan analisis untung rugi digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap kinerja usaha yang sedang dilakukan. Apakah usaha yang sudah dilakukan kondisinya menguntungkan atau malah sebaliknya. Data yang diperlukan dalam pembuatan analisis untung rugi terbagi menjadi tiga komponen utama, yaitu variable biaya, besarnya produksi, dan hasil penjualan. Variabel biaya terdiri dari biaya investasi, biaya tetap, dan biaya tidak tetap. Biaya investasi adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pengusaha untuk pengadaan sarana dan prasarana usaha, seperti tanah, bangunan, peralatan utama, dan modal kerja. Biaya tetap adalah beban atau pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh pengusaha, dimana besarnya relatif tetap dan tidak dipengaruhi oleh perubahan tingkat kegiatan. Contoh dari biaya tetap antara lain biaya penyusutan alat, bunga bank, dan pajak. Biaya tidak tetap adalah beban yang harus dikeluarkan oleh pengusaha dan besarnya tidak tetap, tergantung dari tingkat usaha yang dilakukan. Contoh dari biaya tidak tetap adalah biaya produksi yang meliputi biaya untuk memperoleh bahan baku, peralatan, upah, dan lain-lain. Biaya tetap dan biaya tidak

tetap sering dinyatakan sebagai biaya produksi. Variabel berikutnya yang diperlukan dalam pembuatan analisis untung rugi adalah informasi produksi. Produksi merupakan hasil yang diperoleh dari suatu kegiatan usaha, baik berupa barang atau jasa. Hal ini relatif sulit dilakukan untuk produksi berbentuk jasa; sedangkan untuk produksi berbentuk barang dapat dengan mudah dilakukan. Informasi mengenai penjualan merupakan variabel lain yang juga diperlukan dalam pembuatan analisis untung rugi. Informasi mengenai penjualan dapat diperoleh berdasarkan jumlah produk yang terjual dan harga produk.

Berdasarkan data ketiga komponen utama tersebut, selanjutnya dapat dilakukan analisis untung rugi dengan menentukan *Break Event Point* (BEP), R/C, B/C, NPV, dan *Internal Rate of Return* (IRR) atau nilai pengembalian modal. BEP dapat dibagi menjadi BEP harga dan produksi. BEP harga merupakan rasio antara biaya operasional dengan total produksi. Hasil yang diperoleh menunjukkan harga produk minimal yang harus diberlakukan agar dapat mencapai BEP. Adapun BEP produksi merupakan rasio antara biaya produksi dengan harga jual produk. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat produksi minimal yang harus dihasilkan agar tercapai BEP. B/C rasio merupakan perbandingan antara hasil penjualan (*benefit*) dengan biaya operasional (*cost*). R/C rasio merupakan perbandingan antara hasil (*revenue*) dengan biaya operasional.

Net Present Value (NPV) adalah nilai uang saat sekarang. Nilai NPV diperoleh dari data keuntungan (*benefit*), biaya (*cost*), dan keuntungan bersih (*net benefit*) yang telah dikoreksi oleh bunga bank (*discount factor*). Data yang dibutuhkan untuk menghitung NPV adalah data *time series* selama lima tahun atau lebih. Pengembalian modal (*Internal Rate of Return*; IRR) adalah waktu yang diperlukan oleh pengusaha untuk mengembalikan modal investasinya. Nilai IRR dapat diperoleh melalui perbandingan antara keuntungan bersih dan biaya tetap dengan modal investasi. Nilai yang diperoleh dapat digunakan untuk menduga berapa lama modal investasi yang ditanamkan akan kembali. *Cashflow* merupakan arus kas masukan dan keluaran suatu perusahaan. Pembuatan *cash flow* tergantung dari tujuannya. Ada *cash flow* berdasarkan jenis kegiatan, waktu, kebutuhan tenaga kerja, bahan, peralatan, dan dana.

4.2. Teknik analisis ekonomi

Pada prinsipnya, teknik analisis ekonomi meliputi analisis penentuan segmen pasar, rantai pemasaran, dan tingkat permintaan. Tujuan utama dalam penentuan segmen pasar adalah untuk mengetahui segmen pasar yang sudah terisi dan segmen

pasar mana yang belum terisi. Penentuan segmen pasar dilakukan karena adanya keragaman di pasar yang berkaitan dengan konsumsi suatu produk atau jasa. Penentuan segmen pasar dapat dilakukan berdasarkan kelompok usia, tingkat sosial ekonomi, pendapatan, pendidikan, dan berbagai dasar pembagian lain yang sesuai dengan usaha pembuatan wadah dan peralatan budidaya ikan. Pengusaha dapat menggunakan hasil analisis segmen pasar untuk menentukan sikap, apakah akan masuk ke dalam segmen pasar yang telah terisi dan melakukan persaingan dengan pengusaha yang sudah ada atau menghindari persaingan dengan mengisi segmen pasar yang belum dimanfaatkan oleh pengusaha lain. Dalam menentukan segmen pasar yang akan dipilihnya, pengusaha perlu mengevaluasi potensi yang dimilikinya, sehingga dapat menentukan target dan *positioning*. Pengusaha dianjurkan untuk memilih segmen pasar dimana mereka yakin dapat memusakan keinginan konsumennya, karena keberhasilan suatu usaha ditentukan oleh kepuasan konsumennya. Pengusaha dapat memasuki lebih dari satu segmen apabila merasa mampu untuk memuaskan konsumen disegmen tersebut. Informasi mengenai produk yang dihasilkan sangat penting untuk disampaikan kepada konsumen, karena mereka mungkin telah memiliki berbagai informasi dari produk sejenis. Minimnya informasi yang tersedia akan menyebabkan produk kurang dikenal oleh masyarakat. Informasi dapat disampaikan secara verbal, menggunakan spanduk, kemasan, iklan, atau media lainnya. Rantai pemasaran merupakan komponen analisis ekonomi yang perlu diperhatikan oleh pengusaha. Rantai pemasaran sangat berpengaruh terhadap daya saing produk yang dipasarkan. Makin panjang rantai pemasaran akan menyebabkan makin tinggi biaya produksi dan harga jual, sehingga daya saing produk yang dipasarkan menjadi menurun. Analisis ekonomi juga mencakup penentuan tingkat permintaan konsumen terhadap produk yang akan dipasarkan. Tingkat permintaan konsumen terhadap suatu produk sangat ditentukan oleh kualitas produk, harga, informasi yang tersedia, kemudahan diperoleh, layanan purna jual dan sebagainya.

Berdasarkan ketiga komponen yang tercakup dalam analisis ekonomi, pengusaha dapat menentukan peluang secara ekonomis dari produk yang akan dipasarkan. Apabila secara ekonomis produk yang akan dipasarkan tidak dapat bersaing, maka sebaiknya dilakukan perbaikan terlebih dahulu.

Kabupaten Tegal, merupakan salah satu dari 35 kabupaten dan kota di Propinsi Jawa Tengah dan beribukota di Kecamatan Slawi. Kecamatan Slawi letaknya sekitar 14 km di sebelah selatan Kota Tegal. Kabupaten ini di sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa dan kota Tegal, di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Pemalang, di

sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Brebes dan Kabupaten Banyumas, dan di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Brebes dan kota Tegal.

Kabupaten Tegal merupakan salah satu sentra produksi bawang merah. Bawang merah (*Allium ascalonicum*) merupakan tanaman semusim yang banyak dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan bawang merah semakin meningkat karena hampir semua masakan membutuhkan komoditas ini. Potensi komoditi hortikultura bawang merah di Kabupaten Tegal pada tahun 2008 dan 2009 memperlihatkan kenaikan luas tanam 1.668 menjadi 1.881 ha dengan jumlah produksi 139.318 dan 213.837 Ku (Sistem Informasi Profil Daerah Kabupaten Tegal Tahun 2009). Sentra tanam bawang merah di kabupaten Tegal berada di daerah Dukuh Turi, Adiwerna, Suradadi, Kramat dan Warurejo.

Berbagai hama sering menyerang budidaya bawang merah. Hama tersebut antara lain ulat daun bawang (*Spodoptera exiqua*), trips (*Trips tabaci* Lind.), ulat tanah (*Agrotis epsilon*), penyakit bercak ungu atau troto (*Alternaria porri*), dan Nematoda akar (*Ditylenchus dispaci*). Pengendalian hama utamanya dilakukan secara kimiawi menggunakan berbagai macam pestisida yaitu Curacron 50 EC, Diasinon 60 EC, atau Bayrusil 35 EC, Antracol 70 WP, Ditane M-45, Deconil 75 WP, Difolatan 4 F dan Furadan 3G sebanyak 20-80 kg per hektar. Serangan hama tersebut menyerang ratusan hektar tanaman bawang merah hampir di seluruh daerah. Serangan ulat terparah pernah terjadi di Kecamatan Dukuh Turi dan Margadana yang mengakibatkan produksi bawang. Setiap seperempat hektar lahan mampu menghasilkan sekitar 1 ton bawang. Namun akibat serangan hama ulat, diperkirakan bakal merosot drastis dan hanya menghasilkan 8 kwintal per hektar (<http://www.indosiar.com/fokus/57066/>).

Sejauh ini kerugian yang dialami sektor pertanian Indonesia akibat serangan hama dan penyakit mencapai miliaran rupiah dan menurunkan produktivitas pertanian sampai 20 persen. Menghadapi seriusnya kendala tersebut, sebagian besar petani Indonesia menggunakan pestisida kimiawi. Upaya tersebut memberikan hasil yang cepat dan efektif. Kenyataan ini menyebabkan tingkat kepercayaan petani terhadap kemampuan pestisida kimiawi sangat tinggi sehingga meningkatkan ketergantungan petani terhadap pestisida kimiawi. Rata-rata peningkatan total konsumsi pestisida per tahun mencapai 6,33 persen, namun pada kenyataannya di lapangan diperkirakan dapat mencapai lebih dari 10 – 20 persen. Di lain pihak, penggunaan pestisida kimiawi yang berlebihan memberi dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia. Keseimbangan alam terganggu dan akan mengakibatkan timbulnya hama yang resisten, ancaman bagi

predator, parasit, ikan, burung dan satwa lain. Salah satu penyebab terjadinya dampak negatif pestisida terhadap lingkungan adalah adanya residu pestisida di dalam tanah sehingga dapat meracuni organisme nontarget, terbawa sampai ke sumber-sumber air dan meracuni lingkungan sekitar. Bahkan, residu pestisida pada tanaman dapat terbawa sampai pada mata rantai makanan, sehingga dapat meracuni konsumen, baik hewan maupun manusia. Bahkan akhir-akhir ini disinyalir adanya kontaminasi pestisida pada air susu ibu. Keracunan akibat kontak langsung dengan pestisida dapat terjadi pada saat aplikasi. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) sampai tahun 2000 mencatat sedikitnya terjadi tiga juta kasus keracunan pestisida setiap tahun dengan 220.000 korban jiwa. Sejumlah dampak negatif penggunaan pestisida seperti telah disebutkan di atas, mendorong diupayakannya penggunaan pupuk organik untuk mengurangi penggunaan pestisida dalam usaha pemberantasan hama dan penyakit tanaman. Harga pestisida kimiawi cukup tinggi sehingga membebani biaya produksi pertanian. Dalam hitungan petani, biaya komponen pestisida mencapai 25 – 40 persen dari total biaya produksi pertanian. Tingginya harga pestisida kimiawi tersebut disebabkan bahan aktif pestisida masih diimpor.

Penggunaan pestisida pada sentra produksi bawang merah telah menimbulkan pencemaran logam berat di Tegal dan Brebes yaitu Pb dan Cd (untuk pupuk fosfat). Pencemaran logam berat terdapat tidak hanya di dalam tanah tetapi juga didalam tanaman. Masalahnya, kadar Pb dan Cd tersebut telah melebihi ambang batas yang ditentukan Departemen Kesehatan yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Kandungan Pb dalam tanah budidaya bawang merah adalah 12,33-19,74 dengan batas ambang 150 ppm. Sedang di dalam tanaman bawang merah sebanyak 0,41 – 5,71 ppm dengan batas ambang 0,24 ppm menurut Ditjen POM Depkes. Kandungan Cd dalam tanah pertanian bawang merah adalah 0,01 – 0,07 ppm dan 0,05 -0,28 ppm dengan batas ambang 2 ppm. Tanaman bawang merah mengandung Cd 0,05 – 0,34 ppm dengan batas ambang 0,05 ppm, menurut *Codex Alimentarius Commission* (CAA). Meskipun kandungan Pb dan Cd dalam tanah masih aman tapi kita harus waspada terhadap konsentrasinya yang tinggi di dalam tanaman, karena justru tanaman tersebut yang dikonsumsi manusia. Hasil analisis residu pestisida pada tanaman bawang merah di daerah Tegal juga menunjukkan bahwa dari 17 jenis pestisida yang sering digunakan, lima diantaranya peruntukannya bukan untuk bawang merah. Pestisida tersebut yaitu klorpirifos, metidation, endosulfan, profenofos dan fenitration. Selain itu bahkan ditemukan pestisida organoklorin yang dilarang penggunaannya di Indonesia yaitu

lindan, aldrin dan dieldrin dengan konsentrasi bervariasi (Pusat penelitian dan pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2012. Hasil penelitian Sekar dkk. (2003) menunjukkan penggunaan pestisida pada petani bawang merah di Kecamatan Adiwerna Tegal telah menyebabkan 30,3 % petani meningkat kadar kolin esterase dalam darahnya.

Pada periode tahun 1986-1990, Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor bawang merah, tetapi kini negara kita menjadi pengimpor komoditas ini. Hal ini disebabkan lahan-lahan di sentra-sentra produksi bawang merah, seperti Brebes, Tegal, dan Cirebon mengalami degradasi hara. Secara teknis, bawang merah mampu beradaptasi baik jika ditanam di dataran rendah, baik di lahan irigasi maupun di lahan kering. Bawang merah dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi hingga sekitar 1000 m di atas permukaan laut (dpl). Namun demikian, produksi terbaik umumnya diperoleh di dataran rendah yang didukung oleh iklim yang ideal, meliputi : suhu udara berkisar 25 – 32°C, kondisi cuaca kering dan tempat terbuka dengan penyinaran sekitar 75%. Persyaratan tanah untuk bawang merah adalah : subur, gembur, dan banyak mengandung bahan organik. Jenis tanah yang paling baik yaitu lempung berpasir atau lempung berdebu, pH tanah 5,5 – 6,5, dan drainase serta aerasi tanah baik. (Adijaya, 2005, BPTP Bali (2005) oleh : I Nyoman Adijaya, dengan sedikit modifikasi.

Secara umum luas area pertanian bawang merah di Tegal adalah 2500 ha dengan jumlah produksi 30 ton/ha. Jumlah tersebut akan terus ditingkatkan mengingat sudah mulainya diterapkan sistem pertanian dengan menggunakan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik akan mampu menaikkan produksi sebesar 15 persen. Di sisi lain, pestisida kimiawi yang sampai saat ini menjadi andalan para petani untuk mengendalikan hama tanaman banyak berdampak negatif, seperti terbunuhnya organisme bukan sasaran, resistensi patogen serta membahayakan kesehatan dan lingkungan. Secara berangsur-angsur harus segera diupayakan pengurangan penggunaan pestisida kimiawi di Indonesia dan mulai beralih kepada jenis-jenis pupuk organik yang aman bagi lingkungan. Usaha untuk memproduksi pupuk organik di dalam negeri amat memungkinkan. Faktor yang mendukung di antaranya adalah bahwa Indonesia cukup kaya dengan berbagai jenis jasad renik yang spesifik di daerah tropis dan lebih sesuai untuk iklim Indonesia, karena pada umumnya biopestisida dieksplorasi dari berbagai jenis mikroorganisme, yang merupakan musuh alami, sehingga dari ketersediaan bahan baku sangatlah berlimpah. Alam Indonesia yang kaya akan keanekaragaman kaya hara

merupakan sumber daya alam yang potensial untuk dimanfaatkan bagi kesejahteraan rakyat. Teknologi pembuatan pupuk organik tidak terlalu sulit untuk diadopsi, dan dapat dikembangkan di dalam negeri. Langkah penting yang akan dilakukan adalah usaha untuk memproduksi pupuk organik dengan teknologi sederhana dan harga relatif murah yaitu dengan cara membuat pupuk organik dari bahan baku asli Indonesia.

Enceng gondok selama ini lebih dikenal sebagai tanaman gulma alias hama. Pertumbuhan enceng gondok sangat cepat pada danau maupun waduk sehingga dalam waktu yang singkat dapat mengurangi oksigen perairan, mengurangi fitoplankton dan zooplankton serta menyerap air sehingga terjadi proses pendangkalan, bahkan dapat menghambat perahu yang berlayar pada waduk. Namun, enceng gondok juga merupakan pembersih alami perairan waduk atau danau terhadap polutan, baik logam berat maupun pestisida atau yang lain.

Penanggulangan gulma enceng gondok dianggap sebagai gulma telah dilakukan dengan berbagai cara antara lain pemanfaatan dan pengelolaan dahan enceng gondok sumber serat selulosa yang dapat diolah untuk berbagai keperluan, seperti barang kerajinan maupun bahan bakar pembangkit tenaga listrik. Masyarakat sekitar memanfaatkan enceng gondok menjadi produk-produk yang bernilai ekonomi, mulai dari anyaman dompet, bahan pembuatan kertas, tas sekolah, topi, bahkan juga mebel. Pengolahan enceng gondok menjadi berbagai kerajinan umumnya dilakukan dengan pengeringan enceng gondok terlebih dahulu sehingga menghasilkan limbah cair maupun limbah bagian tanaman enceng gondok yang tidak terpakai. Limbah enceng gondok tersebut merupakan limbah produksi yang potensial dan mempunyai nilai komersial yang dapat dimanfaatkan masyarakat namun belum ditangani dan diolah menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomi tinggi.

Limbah enceng gondok dapat diolah lebih lanjut menjadi pupuk organik yang dapat digunakan untuk berbagai tanaman. Hal ini disebabkan pada enceng gondok terdapat kandungan berbagai bahan kimia yang penting bagi tanaman dan mikroba rizosfir yang mampu menambat nitrogen sehingga akan membantu pertumbuhan tanaman melalui aktivitas nitrogenase. Disamping itu, sebagian besar lahan pertanian intensif di Indonesia telah menunjukkan penurunan produktivitas dan telah mengalami degradasi lahan, terutama terkait dengan sangat rendahnya kandungan N dalam tanah. Di sisi lain enceng gondok mempunyai kemampuan menyerap logam berat yaitu besi (Fe) dan timbal (Pb). Diyakini enceng gondok juga mampu menurunkan kadar polutan Hg, Zn, dan Cu yang secara struktur kimia, atom Hg, Zn, dan Cu termasuk dalam

golongan logam berat bersama Pb dan Fe. Rangkaian penelitian seputar kemampuan enceng gondok dalam menyerap logam berat juga telah dilakukan oleh para pakar. Widyanto dan Susilo (1977) melaporkan, dalam waktu 24 jam enceng gondok mampu menyerap logam kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan nikel (Ni), masing-masing sebesar 1,35 mg/g, 1,77 mg/g, dan 1,16 mg/g bila logam itu tak bercampur. Enceng gondok juga menyerap Cd 1,23 mg/g, Hg 1,88 mg/g dan Ni 0,35 mg/g berat kering apabila logam-logam itu berada dalam keadaan tercampur dengan logam lain. Selain dapat menyerap logam berat, enceng gondok dilaporkan juga mampu menyerap residu pestisida, contohnya residu 2.4-D dan paraquat.

Salah satu sentra budidaya bawang merah Tegal di Kabupaten Tegal Desa Dukuh Turi yang berada di Kelurahan Sumurpanggung, Kecamatan Tegal. Kelurahan Sumurpanggung merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Margadana, Kota Tegal, yang berada pada ketinggian 5m dpl, dengan luas wilayah adalah 422.215 ha. Kelurahan Sumurpanggung terdiri dari 2.347 kepala keluarga (KK), dengan jumlah penduduk 9.549 orang, terdiri dari 4.607 orang laki-laki dan 4.942 orang perempuan dengan berbagai umur. Kelompok petani bawang merah di desa tersebut hingga 20 tahun terakhir masih tetap aktif berjalan. Tingkat pendidikan penduduk Sumurpanggung adalah sebagai berikut : berpendidikan SD (2.400 orang), yang tidak tamat SD mencapai 1.300 orang, lulus SLTP 1.500 orang, lulus SLTA 1.480 orang, dan yang sampai pendidikan perguruan tinggi hanya 256 orang.

Terkait dengan pendidikan terlihat bahwa sebagian besar penduduk Desa Sumurpanggung telah berpendidikan, walaupun mayoritas adalah pendidikan dasar dan menengah (Tabel 1.). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk bisa membaca, menulis dan berhitung. Potensi ini mengindikasikan pendidikan sebagai salah satu faktor yang menyebabkan masyarakat Desa Sumurpanggung mampu menjadi petani bawang merah produktif. Potensi yang sangat besar ini juga membuka peluang bagi mereka untuk mampu menerima dan menerapkan suatu teknologi baru yang akan diintroduksikan. Terlebih lagi sebagian besar penduduk yang mencapai 2.182 orang dan 1.319 orang yang bekerja sebagai buruh tani (Tabel 2.). Selain itu pertanian bawang merah terbukti telah menjadikan Kabupaten Tegal sebagai salah satu sentra dan pemasok bawang merah di Indonesia sehingga mampu meningkatkan upah minimum di Kabupaten Tegal.

Tabel 1. Pendidikan penduduk Kelurahan Sumurpanggung (umur 5 tahun keatas)

No.	Pendidikan	Jumlah (orang)	Persen (%)
	Tamat akademi (PT)	256	2,97
	Tamat SLTA	1.480	17,19
	Tamat SLTP	1.500	17,43
	Tamat SD	2.400	27,88
	Tidak tamat SD	1.300	15,11
	Belum tamat SD	1.375	15,97
	Tidak sekolah	297	3,45
	Jumlah	8.608	100

Sumber : MONOGRAFI Kelurahan Kalinyamat Kulon, 2005 dalam Subiharta *et al.* (2006)

Tabel 2. Mata pencaharian penduduk Kelurahan Sumurpanggung (10 tahun keatas)

No.	Mata pencaharian	Jumlah (orang)	Persen (%)
1	Petani	1.319	21,85
2	Buruh tani	2.182	36,15
3	Pengusaha	12	0, 21
4	Buruh industri	149	2,47
5	Buruh bangunan	150	2,48
6	Pedagang	386	6,39
7	Pegawai Negeri/ABRI	323	5,35
8	Pensiunan	40	0,66
9	Lain-lain	1.475	24,44
	Jumlah	8.608	100

Sumber : MONOGRAFI Kelurahan Kalinyamat Kulon, 2005 dalam Subiharta *et al.* (2006)

Sumber daya alam memperlihatkan bahwa Kelurahan Sumurpanggung sebagian besar merupakan daerah pertanian yang sangat mendukung usaha budidaya bawang merah baik secara tradisional maupun intensif. Potensi sumber daya manusia dan daya dukung lingkungan Kelurahan Sumurpanggung juga merupakan modal dasar yang sangat potensial dan tersedia untuk dapat ditingkatkan pengembangan dan kemampuannya lebih lanjut melalui introduksi berbagai teknologi.

Masuknya bawang merah impor dari Thailand dan Vietnam ke wilayah Brebes, Jawa Tengah, menjadi tantangan yang harus dihadapi petani dan pemerintah. Kondisi ini terjadi karena saat ini rasa bawang impor hampir sama dengan kualitas bawang lokal. Berbagai varietas bawang unggulan juga dihasilkan dari Brebes, antara lain varietas Bima Brebes yang berwarna merah menyala, rasa lebih pedas, dan lebih keras

dibandingkan bawang dari luar daerah atau luar negeri. Warna merah serta aroma pada bawang impor dari Thailand hampir sama dengan warna merah dan aroma bawang lokal. Pada tahun-tahun sebelumnya, warna merah pada bawang impor lebih muda dan aromanya tidak tajam sehingga dari sisi rasa, bawang lokal lebih unggul bila dibanding bawang impor. Tahun lalu, perusahaan-perusahaan berbahan baku bawang, seperti perusahaan mi instan, juga hanya mau menerima pasokan bawang lokal. Namun saat ini, mereka bersedia menerima pasokan bawang impor. Pemerintah harus membantu petani agar mampu meningkatkan kualitas dan produksi bawang merah lokal. Beberapa upaya yang bisa dilakukan yaitu dengan menjamin ketersediaan bibit yang berkualitas dan membantu mengembalikan kesuburan tanam di pertanian bawang seperti Tegal dan Brebes yang mulai rusak karena pemakaian pupuk berlebihan. Selain mengarahkan petani menggunakan pupuk organik, pemerintah juga membantu mesin pengolah kompos, dan memberi pelatihan pembuatan kompos kepada petani.

Saat ini, selain karena penurunan produktivitas, berkurangnya pasokan bawang lokal karena banyak petani yang tidak menanam bawang. Data dari Dinas Pertanian, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Kabupaten Brebes menunjukkan luas tanaman bawang merah pada Januari hingga Februari 2011 hanya sekitar 5.790 hektar, dari luas tanam keseluruhan selama satu tahun sekitar 25.000 hektar. Sebagian petani tidak menanam bawang karena mereka kesulitan mendapatkan bibit yang saat ini harganya mencapai Rp 22.000 hingga Rp 24.000 atau sekitar 1,5 kali lipat harga normal.

Sementara itu, Pemkab Brebes masih sulit membatasi masuknya bawang impor karena bawang merah termasuk komoditas pasar bebas. Bawang merah impor mulai masuk ke Brebes sekitar 10 tahun terakhir. Impor biasa dilakukan saat produksi bawang lokal sedikit, sekitar bulan November atau Desember hingga Maret tahun berikutnya. Sebenarnya pada 2006 dan 2007, Pemkab Brebes pernah melayangkan surat ke Kementerian Perdagangan untuk meminta pembatasan volume impor bawang ke Brebes, pembatasan waktu impor, dan keberatan adanya pembongkaran bawang impor di Brebes. Namun, pembatasan tersebut sulit dilakukan karena bawang merah termasuk dalam komoditas tata niaga bebas. Pemerintah juga pernah menyiapkan gudang penyimpanan untuk menampung bawang petani saat panen raya sehingga petani bisa menjual bawang merah saat harga tinggi. Namun, hal itu tidak berjalan karena kebanyakan petani memilih segera menjual hasil panen untuk modal tanam berikutnya. Selain itu, komoditas bawang merah juga tidak tahan disimpan lama, maksimal tiga

bulan. Petani tidak mau berspekulasi karena setelah disimpan, belum tentu harga bawang naik.

Permasalahan utama yang dihadapi pada budidaya bawang merah adalah :

1. Serangan berbagai macam hama

Budidaya bawang merah rentan terhadap serangan berbagai hama. Hama tersebut antara lain ulat daun bawang, trips, ulat tanah, penyakit bercak ungu atau trolol, dan Nematoda akar.

2. Penggunaan pestisida yang berlebihan dalam pengendalian hama

Pengendalian hama pada budidaya bawang merah umumnya dilakukan secara kimiawi menggunakan berbagai macam pestisida yaitu Curacron 50 EC, Diasinon 60 EC, atau Bayrusil 35 EC, Antracol 70 WP, Ditane M-45, Deconil 75 WP, Difolatan 4 F dan Furadan 3G.

3. Dampak negatif Penggunaan pestisida terhadap lahan dan tanaman bawang Merah

Penggunaan pestisida kimiawi yang berlebihan memberi dampak negatif terhadap lahan berupa berkurangnya unsur hara tanah, timbulnya hama yang resisten, adanya residu pestisida di dalam tanah sehingga dapat meracuni lingkungan sekitar. Penggunaan pestisida pada sentra produksi bawang merah telah menimbulkan pencemaran logam berat Pb dan Cd yang melebihi ambang batas yang ditentukan Departemen Kesehatan dan Ditjen POM Depkes.

4. Harga pestisida yang tinggi dan keterbatasan ketersediaan

Harga pestisida kimiawi cukup tinggi sehingga membebani biaya produksi pertanian. Dalam hitungan petani, biaya komponen pestisida mencapai 25 – 40 persen dari total biaya produksi pertanian. Tingginya harga pestisida kimiawi tersebut disebabkan bahan aktif pestisida masih diimpor. Keterbatasan ketersediaan pestisida sehingga harganya sangat tinggi yang menyebabkan petani tidak mampu mencapai *break event* antara pendapatan dengan biaya.

5. Dampak negatif Penggunaan pestisida terhadap kesehatan manusia

Residu pestisida pada tanaman bawang merah dapat terbawa sampai pada mata rantai makanan, sehingga dapat meracuni konsumen, baik hewan maupun manusia. Bahkan akhir-akhir ini diantisipasi adanya kontaminasi pestisida pada air susu ibu timbulnya korban jiwa karena keracunan pestisida. Hasil penelitian Sekar dkk. (2003) menunjukkan penggunaan pestisida pada petani bawang merah di Kecamatan Adiwerna Tegal telah menyebabkan 30,3 % petani meningkat kadar kolin esterase dalam darahnya.

6. Pemanfaatan Limbah Enceng gondok sebagai pupuk kaya hara

Enceng gondok atau enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah salah satu jenis [tumbuhan air](#) mengapung. Tumbuhan ini merupakan gulma yang sering dijumpai dan mengganggu perairan sehingga merupakan limbah. Beberapa pengrajin memanfaatkan enceng gondok untuk berbagai macam kerajinan. Pemanfaatan enceng gondok sebagai upaya mengurangi gulma perairan dapat dilakukan dengan mengambil secara langsung dari alam. Pengolahannya menjadi berbagai kerajinan umumnya dilakukan dengan pengeringan enceng gondok terlebih dahulu sehingga menghasilkan limbah cair maupun limbah bagian tanaman enceng gondok yang tidak terpakai. Limbah enceng gondok tersebut merupakan limbah produksi yang potensial dan mempunyai nilai komersial yang dapat dimanfaatkan masyarakat namun belum ditangani dan diolah menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomi tinggi.

7. Pupuk Organik atau pupuk kaya hara

Pertumbuhan enceng gondok yang cepat terutama disebabkan oleh air yang mengandung nutrisi yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium (Laporan FAO). Hal ini disebabkan adanya berbagai macam mikroba rizosfir pada tanaman dan sekitar perakaran enceng gondok. Mikroba rizosfir enceng gondok merupakan organisme yang mampu memfiksasi nitrogen. Penambat nitrogen nonsimbiotik merupakan kelompok bakteri hidup bebas dan asosiatif, ada yang aerob, anaerob, dan anaerob fakultatif tergantung pada pertumbuhan dan kemampuan hidup organisme tersebut pada kondisi tanpa dan dengan oksigen. Mikroorganisme yang tergolong kelompok ini antara lain *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Clostridium*, *Klebsiella*, dan Sianobakteria. Enceng gondok juga mempunyai kemampuan untuk hidup pada lahan dengan kisaran pH netral sampai basa. Hal itu membuat enceng gondok sangat

potensial untuk digunakan sebagai pupuk kaya hara. Keunggulan lain dalam penggunaan enceng gondok sebagai pupuk kaya hara adalah tidak adanya persaingan mereka dengan mikroflora lain terhadap sumber C dan energi. Nitrogen yang difiksasi mikroba rizosfir enceng gondok merupakan kombinasi yang baik antara nitrogen dari koloni dan senyawa mineral dari biomasa. Hal ini akan mengurangi tingkat polusi air tanah bila akan ditambahkan pupuk N sintetik.

Subha Rao (1982) dalam Suriadikarta dan Simanungkalit (2006) mendefinisikan pupuk kaya hara sebagai bahan yang mengandung sel-sel dari strain-strain efektif organisme penambat nitrogen, pelarut fosfat atau selulolbawang merah yang digunakan pada biji, tanah atau tempat pengomposan dengan tujuan meningkatkan jumlah mikroba tersebut dan mempercepat proses mikrobial tertentu untuk menambah banyak ketersediaan hara dalam bentuk tersedia yang dapat diasimilasi tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian menjelaskan bahwa pupuk kaya hara sebagai inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman. Fasilitasi hara berlangsung melalui peningkatan akses tanaman terhadap hara, pelarutan maupun perombakan melalui hubungan simbiotis atau nonsimbiotis. Organisme penyedia hara mempunyai peranan ganda yaitu (1) menambat N_2 (2) menghasilkan hormon tumbuh (seperti IAA, giberelin, sitokinin, etilen, dan lain-lain); (3) menekan penyakit tanaman asal tanah dengan memproduksi siderofor glukonase, kitinase, sianida; dan (4) melarutkan P dan hara lainnya (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Mikroalga juga memiliki kandungan bahan mineral potasium, hormon auksin dan sitokinin serta kemampuan penyerapan air yang tinggi akibat sifat hidrokoloid sehingga mendukung kehidupan mikroorganisme tanah (Soerawidjaja, 2005; Putra, 2006)

Solusi pemanfaatan limbah yang tersedia melimpah di lingkungan yang ditawarkan selanjutnya adalah juga untuk memecahkan masalah lingkungan akibat dampak limbah melalui revitalisasi daya dukung lingkungan sumber pupuk. Revitalisasi adalah suatu pengembalian daya dukung pada suatu areal yang telah mengalami degradasi akibat meningkatnya limbah, penurunan atau menghilangnya kemampuan produksi di wilayah tersebut. Akibat menghilangnya kemampuan produksi tersebut, daerah di sekitarnya mengalami degradasi atau penurunan mutu lingkungan, serta dipengaruhi faktor lingkungan yang lain yang menyebabkan wilayah tersebut tidak dapat menjalankan fungsinya secara ekologis.

Model revitalisasi merupakan bagian dan strategi yang perlu diujicobakan, terutama dilakukan untuk pengembalian potensi produksi pertanian sebagai salah satu wilayah yang potensial untuk mendukung kehidupan hewan budidaya yang mempunyai nilai ekonomis penting (Bengen & Adrianto, 1998 ; Dahuri dkk, 2001). Potensi suatu wilayah berdasarkan kemampuan dan daya dukung lingkungan tersebut terhadap populasi maupun komunitas biota yang hidup dan menempati wilayah tersebut dibutuhkan agar tingkat produktivitas areal dan sumber daya dapat mencapai optimal. Pendekatan ini akan diperkenalkan kepada KTTI di Kelurahan Sumurpanggung, Kota Tegal, sebagai daerah produsen telur dan daerah pertanian yang ikut merasakan dampak penggunaan pestisida berlebihan sehingga mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan wilayah tersebut dan kurang mampu mendukung produksi budidaya dan aktivitas ekonomi penduduk yang tinggal di daerah tersebut.

8. Enceng gondok

Enceng gondok atau eceng gondok (Latin : *Eichhornia crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Selain dikenal dengan nama enceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, enceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, di Dayak dikenal dengan nama Ilung-ilung, di Manado dikenal dengan nama Tumpe. Enceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang ilmuwan bernama Carl Friedrich Philipp von Martius, seorang ahli botani berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di Sungai Amazon Brasil. Enceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Enceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.

Enceng gondok hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung (Gambar 4.1). Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut.

Enceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air dan sungai. Tumbuhan ini dapat

mentolerir perubahan yang ekstrim dari ketinggian air, laju air, dan perubahan ketersediaan nutrisi, pH, temperatur dan racun-racun dalam air. Pertumbuhan enceng gondok yang cepat terutama disebabkan oleh air yang mengandung nutrisi yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium (Laporan FAO). Kandungan garam dapat menghambat pertumbuhan enceng gondok seperti yang terjadi pada danau-danau di daerah pantai Afrika Barat, di mana enceng gondok akan bertambah sepanjang musim hujan dan berkurang saat kandungan garam naik pada musim kemarau.



Gambar 4.1. Bunga Enceng Gondok

Klasifikasi Tanaman Enceng gondok adalah sebagai berikut :

Kerajaan	:	Plantae
Divisi	:	Magnoliophyta
Kelas	:	Liliopsida
Ordo	:	Commelinales
Famili	:	Pontederiaceae
Genus	:	<i>Eichhornia</i>
Spesies	:	<i>E. crassipes</i>

Enceng gondok sering dianggap sebagai tumbuhan pengganggu (gulma) perairan karena pertumbuhannya yang sangat cepat. Tetapi dibalik itu, enceng gondok ternyata juga mempunyai beberapa manfaat diantaranya merupakan sumber lignoselulosa yang dapat dikonversi menjadi produk yang lebih berguna, seperti pupuk ternak. Akibat-akibat negatif yang ditimbulkan enceng gondok antara lain: (1) Meningkatnya evapotranspirasi (penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman), karena daun-daunnya yang lebar dan serta pertumbuhannya yang cepat, (2) Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO: *Dissolved Oxygen*), (3) Tumbuhan enceng gondok yang sudah mati akan turun ke dasar perairan sehingga mempercepat terjadinya proses pendangkalan, (4) Mengganggu lalu lintas (transportasi)

air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai, (5) Meningkatkan habitat bagi vektor penyakit pada manusia, (5) Menurunkan nilai estetika lingkungan perairan. Sari (1995) meneliti kemampuan enceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) dan mikroba rizosfirnya dalam mengolah limbah cair tapioka. Hasil penelitiannya memperlihatkan kemampuan enceng gondok dalam menurunkan kadar TSS dan TDS limbah cair tapioka lebih besar dibandingkan dengan kemampuan mikroba rizosfir. Mikroba rizosfir enceng gondok mampu menurunkan kadar BOD dan COD. Suardana (1995) menyatakan kemampuan enceng gondok dalam menurunkan suhu dan nilai NH_3 air limbah.

Beberapa penelitian telah memperlihatkan berbagai macam kandungan air, serat dan hara pada tanaman enceng gondok seperti diperlihatkan pada Tabel

Tabel 1 . Hasil analisis kandungan hara air enceng gondok (ppm berat kering) (Riemer dan Toth, 1971; Reay, 1972)

Hara	Lamina	Petiola	pangkal petiola	akar
Ca	23 200	22 200	26 200	12 100
Mg	6 000	12 600	19 200	1 800
Na	17	96	22 100	46
K	2 830	9 999	32 500	1 665
Mn	366	828	462	828
Fe	652	232	1 257	6 000
Co	3	3	3	3
Ni	60	35	20	13
Ti	186	372	560	1 332
Cu	17	10	50	50
Pb	35	25	40	175
Zn	50	50	300	67
P	12	129	1 039	117
F	25	60	30	60

Tabel 2 .Kandungan protein dan asam amino enceng gondok (Taylor & Robbins, 1968)

Analisis (% Berat Kering)							
	BK	Abu	N	Protein kasar	Serat kasar	Ekstrak Eter	Ekstrak bebas-N
Daun		15.8	14.7	1.7	10.7	17.0	2.7
Tanaman		8.9	-	1.5	9.6	-	-

Tabel 3. Kandungan asam amino dalam protein kasar enceng gondok (16 g N/100g protein kasar, % dalam air) (Taylor dan Robbins, 1968)

Asam amino	%	Asam Amino	%	Asam Amino	%
Metionin	0.73	Isoleusin	4.32	Alanin	5.59
Sistein	11.60	Valin	0.27	Serin	3.85
Fenilalanin	4.72	Leusin	7.20	Asam Aspartat	17.37
Tirosin	2.98	Arginin	2.98	Asam Glutamat	9.29
Threonin	4.32	Histidin	1.90	Prolin	4.73
Lisin	5.34	Glisin	5.14		

Kandungan asam amino dihitung dari 92.3% protein total. Sisanya dimungkinkan hilang akibat hidrolisis atau kerusakan asam amino termasuk triptofan. Analisis asam amino diukur dari tanaman yang mengandung 9.6% protein total. Kandungan protein yang lebih tinggi umumnya dijumpai pada bulan Juni dan Juli. Kandungan protein yang lebih rendah dijumpai pada bulan Mei, Agustus dan September (Taylor *et al.*, 1971). Tanaman enceng gondok memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibanding tanaman dewasa namun produksinya lebih sedikit. Analisis jumlah kandungan air dalam enceng gondok adalah 94.6% dan kandungan protein kasar adalah 0.43% dari berat segar.

Tabel 4 . Hasil analisis prosentase berat kering protein kasar dan serat dari tanaman enceng gondok berdasarkan musim (Welch, P.S., 1935 ; Anon., 1951)

Bahan	Panas	Berangin	Semi
Protein kasar	4.7	5.8	9.2
Serat	5.0	5.4	5.8

Tabel 5 . Hasil analisis kandungan air enceng gondok dari beberapa negara

Tanaman	Negara asal	Air (% berat segar)				
		Tanaman utuh	daun	petiola	batang	akar
Enceng gondok	Sudan (Sungai Nil)	91.7	88.1	93.9	92.4	86.7
	Sungai Kongo	91.6	87.1	93.3	93.0	88.7
	Nikaragua	91.5	86.5	93.4	93.8	85.6

Tabel 06 . Kandungan air enceng gondok segar dibanding silase enceng gondok (%)

	Air	Protein	Lemak	Serat	NFE	Abu
Segar	92.2	1.0	0.26	1.92	3.67	0.93
Silase	89.9	1.0	0.15	2.0	5.06	1.92

Tabel 07 . Kandungan air enceng gondok segar berdasarkan berat kering (%)

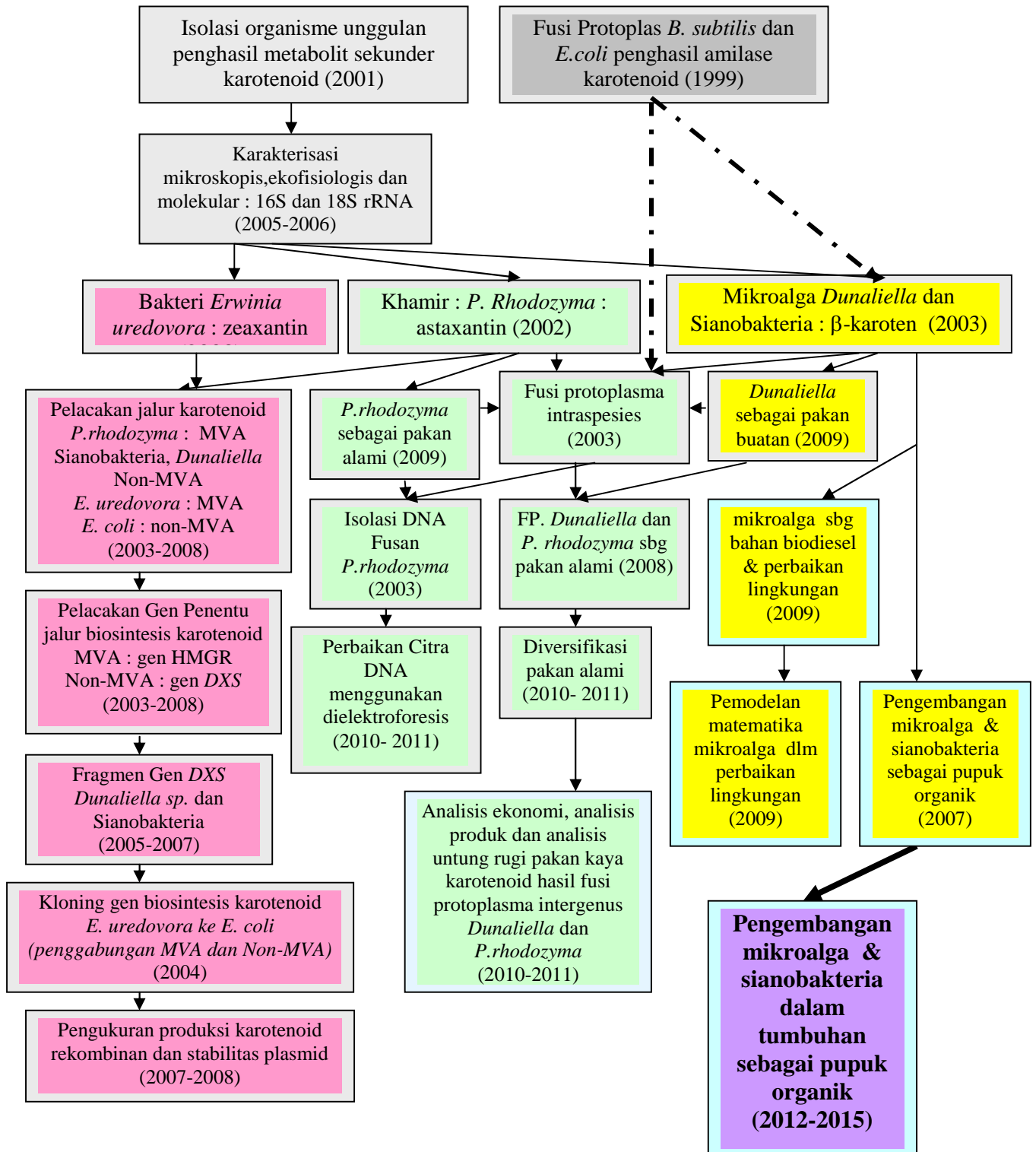
	BK	Protein kasar	Ekstrak eter	Berat kasar		
				abu	serat	NFE
Batang	92.8	5.3	0.67	1.5	22.0	63.3
Akar	92.8	5.4	0.77	3.4	19.0	64.2
Seluruh tanaman	93.4	5.7	0.62	2.9	20.0	64.2

Tabel 08 . Kandungan fosfor dan nitrogen enceng gondok (Sutton dan Ornes, 1975)

Tanaman	asal	Analisis % DM		Hasil per tahun DM ton/ha
		N	P	
<i>E. crassipes</i>	U.S.A.(Louisiana)	4.0	0.4	36.8
<i>E. crassipes</i>	Subtropik	4.0	0.4	167.0

4.7. Road Map Penelitian

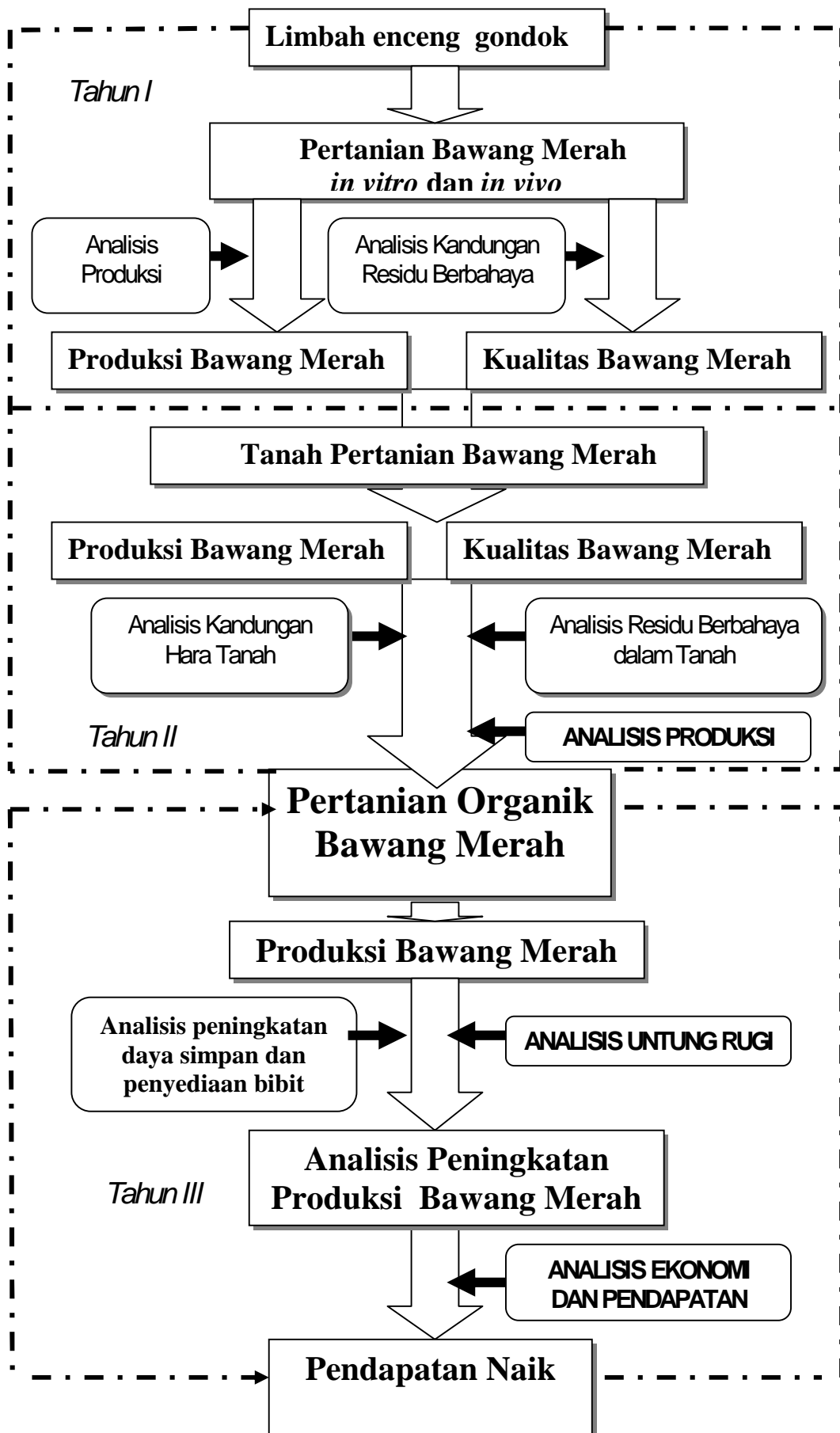
Berdasarkan kepada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat disusun roadmap penelitian dan kaitannya dengan penelitian ini sebagai berikut :



5. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dengan pendekatan eksperimen murni (*True experimental*) dan kilas depan (*Prospective*). Hal ini didasarkan atas pemikiran bahwa masalah yang akan diteliti belum pernah diungkapkan sebelumnya sehingga pendekatan yang tepat adalah secara eksperimental murni. Penelitian ini diharapkan akan membuka wawasan baru mengenai peran jasad hidup yang berimplikasi pada pemahaman dan pengungkapan potensi mikroorganisme. Dengan demikian penelitian ini memiliki gatra kilas depan. Pendekatan secara eksperimental murni mempunyai keunggulan karena memberikan peluang bagi pengungkapan fenomena-fenomena baru yang seringkali tidak dapat diprediksi sebelumnya.

Penelitian ini direncanakan akan berlangsung selama dua (2) tahun dan terdiri atas beberapa tahapan. Rencana tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut :



Tahap-tahap penelitian

Tahap Tahun I

1. a. Pembuatan pupuk kaya hara dari limbah Enceng gondok

Pengambilan enceng gondok dilakukan di sekitar Semarang. Proses pengolahan limbah enceng gondok dilakukan di rumah kaca Laboratorium Biologi dengan metode modifikasi dari Sari (1985) yaitu secara aerobik dan dilaksanakan dalam satu tahap. Limbah enceng gondok diolah menggunakan bak-bak plastik terbuka. Inkubasi dilakukan pada selama 20 hari dan tiap 5 hari sekali dilakukan pengukuran parameter TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan identifikasi jenis mikrobia penyusun pupuk kaya hara.

1. b. Kultivasi konsorsium mikroba pupuk enceng gondok

Pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok harus dibuat terlebih dahulu pada medium yang menunjang. Selanjutnya diadakan identifikasi jenis dan koleksi kultur mikroba akan selalu ditumbuhkan dalam media kultivasi perlakuan sampai penelitian selesai untuk menjaga stabilitas strain dan ketersediaan stok.

1. c. Aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok *in vitro*

Aplikasi pupuk kaya hara enceng gondok dilakukan di rumah kaca Laboratorium Biologi. Media tumbuh yang digunakan yaitu terdiri dari campuran tanah sawah dan pupuk kaya hara enceng gondok dengan beberapa kombinasi penambahan yaitu (2 : 1), (1 : 1), (1 : 2) dan kontrol tanpa penambahan enceng gondok. Tanah dimasukkan ke dalam polybag sebanyak setengah kg, kemudian ditanami bibit bawang merang dari daerah Tegal. Lima bibit dalam satu polybag. Tanaman bawang merah disirami tiap hari selama dua bulan. Pertumbuhan bawang merah diukur setiap bulan sekali selama empat kali pengamatan. Pertumbuhan bawang merah diukur dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{\text{Jumlah tanaman yang pertumbuhannya tidak terhambat}}{\text{Jumlah tanaman yang diamati}} \times 100 \%$$

1. d. Aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok di area persawahan

Aplikasi pupuk kaya hara enceng gondok dilakukan di area persawahan di daerah Tegal. Media tumbuh yang digunakan yaitu terdiri dari campuran tanah sawah dan pupuk kaya hara enceng gondok dengan kombinasi yang menghasilkan

pertumbuhan terbaik pada skala rumah kaca. Tanaman bawang merah disirami tiap hari selama dua bulan. Pertumbuhan bawang merah diukur setiap bulan sekali selama empat kali pengamatan. Kontrol dilakukan dengan membandingkan dengan pertumbuhan bawang merah tanpa penambahan pupuk enceng gondok dan penambahan pupuk kimia.

1. e. Analisis produksi bawang merah

Analisis produksi dilihat dengan mengukur kuantitas dan kualitas bawang merah. Kuantitas diukur dengan melihat jumlah produksi bawang merah per luas area tanam. Kualitas bawang merah dilihat dari besaran umbi bawang merah yang diperoleh. Semua hasil dibandingkan dengan kontrol bawang merah tanpa penambahan pupuk enceng gondok dan penambahan pupuk kimia.

1. e. Analisis kandungan residu berbahaya dalam umbi dan tanah

Penggunaan pestisida pada sentra produksi bawang merah telah menimbulkan pencemaran logam berat Pb dan Cd yang melebihi ambang batas yang ditentukan Departemen Kesehatan dan Ditjen POM Depkes. Analisis kandungan residu berbahaya difokuskan pada kandungan logam berat Cd dan Pb pada tanah dan umbi bawang merah.

Tahapan Tahun II

2. a. Kultivasi konsorsium mikroba pupuk enceng gondok

Pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok harus dibuat terlebih dahulu pada medium yang menunjang. Selanjutnya diadakan identifikasi jenis dan koleksi kultur mikroba akan selalu ditumbuhkan dalam media kultivasi perlakuan sampai penelitian selesai untuk menjaga stabilitas strain dan ketersediaan stok.

2. b. Analisis produksi bawang merah

Analisis produksi dilihat dengan mengukur kuantitas dan kualitas bawang merah. Kuantitas diukur dengan melihat jumlah produksi bawang merah per luas area tanam. Kualitas bawang merah dilihat dari besaran umbi bawang merah yang diperoleh. Semua hasil dibandingkan dengan kontrol bawang merah tanpa penambahan pupuk enceng gondok dan penambahan pupuk kimia.

2. c. Analisis kandungan residu berbahaya dalam tanah

Penggunaan pestisida pada sentra produksi bawang merah telah menimbulkan pencemaran logam berat Pb dan Cd yang melebihi ambang batas yang ditentukan Departemen Kesehatan dan Ditjen POM Depkes. Analisis kandungan residu berbahaya

difokuskan pada kandungan logam berat Cd dan Pb pada tanah dan umbi bawang merah.

2. d. Analisis kandungan hara dalam tanah

Penambahan pupuk enceng gondok akan mengandung hara yang tinggi, yaitu nitrogen, fosfat dan potasium. Hal ini disebabkan adanya berbagai macam mikroba rizosfir pada tanaman dan sekitar perakaran enceng gondok. Hara yang akan diukur dalam tanah adalah nitrogen, fosfat dan potasium. Selain itu juga akan diukur pH tanah. Semua hasil dibandingkan dengan kontrol kandungan hara tanah tanpa penambahan pupuk enceng gondok dan penambahan pupuk kimia.

Tahapan Tahun III

3. a. Kultivasi konsorsium mikroba pupuk enceng gondok

Pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok harus dibuat terlebih dahulu pada medium yang menunjang. Selanjutnya diadakan identifikasi jenis dan koleksi kultur mikroba akan selalu ditumbuhkan dalam media kultivasi perlakuan sampai penelitian selesai untuk menjaga stabilitas strain dan ketersediaan stok.

3. b. Analisis kandungan residu berbahaya dalam umbi dan tanah

Analisis kandungan residu berbahaya yaitu logam berat Cd dan Pb pada tanah dan umbi bawang merah.

3. c. Analisis peningkatan produksi bawang merah

Analisis produksi dilihat dengan mengukur kuantitas dan kualitas bawang merah. Kuantitas diukur dengan melihat jumlah produksi bawang merah per luas area tanam. Kualitas bawang merah dilihat dari besaran umbi bawang merah yang diperoleh. Semua hasil dibandingkan dengan kontrol bawang merah tanpa penambahan pupuk enceng gondok dan penambahan pupuk kimia. Analisis peningkatan produksi dilakukan dengan mengukur kenaikan produksi bawang merah mulai tahun I sampai Tahun III.

3. d. Analisis peningkatan daya simpan dan penyediaan bibit bawang merah

Analisis peningkatan daya simpan bawang merah dilakukan dengan membandingkan daya cepat busuk pada bawang merah dibandingkan kontrol tanpa pupuk dan dengan penambahan pupuk kimawi. Analisis penyediaan bibit bawang merah dilihat dari ketersediaan kualitas dan kuantitas bibit yang baik pra dan pasca perlakuan.

3. e Analisis Untung Rugi

Data yang dicari dalam pembuatan analisis untung rugi adalah variabel biaya, besarnya produksi, dan hasil penjualan. Variabel biaya terdiri dari biaya investasi, biaya tetap, dan biaya tidak tetap. Variabel berikutnya yang akan dicari adalah informasi produksi. Informasi mengenai penjualan merupakan variabel lain yang juga akan dicari untuk pembuatan analisis untung rugi. Informasi mengenai penjualan dapat diperoleh berdasarkan jumlah produk yang terjual dan harga produk.

Berdasarkan data ketiga komponen utama tersebut, selanjutnya dapat dilakukan analisis untung rugi dengan menentukan *Break Event Point* (BEP), R/C, B/C, NPV, dan *Internal Rate of Return* (IRR) atau nilai pengembalian modal. BEP dapat dibagi menjadi BEP harga dan produksi. Hasil yang diperoleh menunjukkan harga produk minimal yang harus diberlakukan agar dapat mencapai BEP. BEP produksi merupakan rasio antara biaya produksi dengan harga jual produk. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat produksi minimal yang harus dihasilkan agar tercapai BEP. B/C rasio merupakan perbandingan antara hasil penjualan (benefit) dengan biaya operasional (cost). R/C rasio merupakan perbandingan antara hasil (revenue) dengan biaya operasional.

Net Present Value (NPV) akan diperoleh dari data keuntungan (benefit), biaya (cost), dan keuntungan bersih (net benefit) yang telah dikoreksi oleh bunga bank (*discount factor*). Data yang akan digunakan untuk menghitung NPV adalah data *time series* selama lima tahun atau lebih. Pengembalian modal (*Internal Rate of Return*; IRR) adalah waktu yang diperlukan oleh pengusaha untuk mengembalikan modal investasinya. Nilai IRR akan diperoleh melalui perbandingan antara keuntungan bersih dan biaya tetap dengan modal investasi. Nilai yang diperoleh akan digunakan untuk menduga berapa lama modal investasi yang ditanamkan akan kembali. *Cash flow* akan dicari berdasarkan jenis kegiatan, waktu, kebutuhan tenaga kerja, bahan, peralatan, dan dana.

3. f. Analisis ekonomi dan pendapatan

Analisis ekonomi yang akan dilakukan meliputi analisis penentuan segmen pasar, rantai pemasaran, dan tingkat permintaan. Penentuan segmen pasar akan dilakukan berdasarkan tingkat sosial ekonomi, pendapatan, dan skala budidaya. Informasi produk akan disampaikan secara verbal, menggunakan kemasan. Analisis ekonomi juga akan mencakup penentuan tingkat permintaan konsumen terhadap produk yang akan dipasarkan.

6. LUARAN PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini diharapkan akan memperoleh efek aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok terhadap produksi dan kualitas bawang merah, kandungan hara tanah pra dan pasca perlakuan, analisis kandungan residu berbahaya pada umbi bawang merah dan tanah pra dan pasca perlakuan, analisis ekonomi, analisis untung rugi, analisis pendapatan. Selanjutnya formulasi pupuk akan diinformasikan pada petani bawang merah agar dapat dibuat dan digunakan sendiri sehingga akan terbentuk pertanian organik bawang merah dengan produk yang lebih baik, lebih banyak, lebih murah, aman dan berkelanjutan akibat kualitas lingkungan yang semakin membaik. Pada jangka panjang, penggunaan pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok akan semakin mengurangi populasi enceng gondok yang merugikan dan mengurangi pemakaian pupuk kimiawi sehingga kualitas lingkungan persawahan akan semakin baik, dan bawang merah akan semakin meningkat produksi dan kualitasnya. Hal tersebut akan semakin meningkatkan pendapatan petani. Apabila aplikasi teknologi ternyata berhasil meningkatkan produksi bawang merah khususnya dan taraf ekonomi penduduk umumnya, maka diharapkan kegiatan ini menjadi model percontohan yang akan dapat diaplikasikan di tempat lain. Hasil-hasil penelitian diharapkan dapat dipublikasikan pada jurnal ilmiah berskala nasional terakreditasi.

7. HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1. Pembuatan pupuk kaya hara dari limbah Enceng gondok

Pengolahan limbah organik enceng gondok menjadi pupuk kompos atau pupuk organik diambil dari daerah yang memiliki enceng gondok yang telah menimbulkan polusi lingkungan dan perairan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 7.1. Kompos enceng gondok dihasilkan melalui pencacahan dan pengecilan ukuran serta penyesuaian kandungan air. Proses pembuatan kompos dilakukan secara anaerob dan aerob. Proses pengomposan secara aerob akan segera berlangsung setelah bahan-bahan dicampur. Selama tahap awal proses, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikrobia yang tahan suhu tinggi 50 - 70°C yaitu mikrobia mesofilik dan termofilik. Suhu dan pH tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat karena terjadi dekomposisi/penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan kompleks liat humus. Selama proses pengomposan terjadi penyusutan biomassa enceng gondok.



Gambar 7.1. Pengambilan dan pembuatan pupuk organik enceng gondok

Proses pengomposan selanjutnya dilanjutkan dengan pengomposan anaerob yaitu penguraian tanpa menggunakan oksigen. Bau yang tidak sedap akibat senyawa-senyawa asam-asam organik, amonia, dan H₂S diatasi dengan penambahan pasir dan kapur. Kompos yang dihasilkan berwarna coklat tua hingga hitam mirip dengan warna tanah, tidak larut dalam air dan tidak berbau.

7.2. Isolasi dan Pemeliharaan konsorsium kultur mikroba

Pupuk organik yang dihasilkan dari enceng gondok selanjutnya dikoleksi konsorsium mikrobiana. Penumbuhan mikrobia dilakukan pada berbagai medium untuk jamur, khamir dan bakteri. Hasil penanaman mikrobia memperlihatkan jumlah dan jenis yang sangat banyak yang sebagian ditunjukkan pada Gambar 7.2. sehingga merupakan konsorsium.



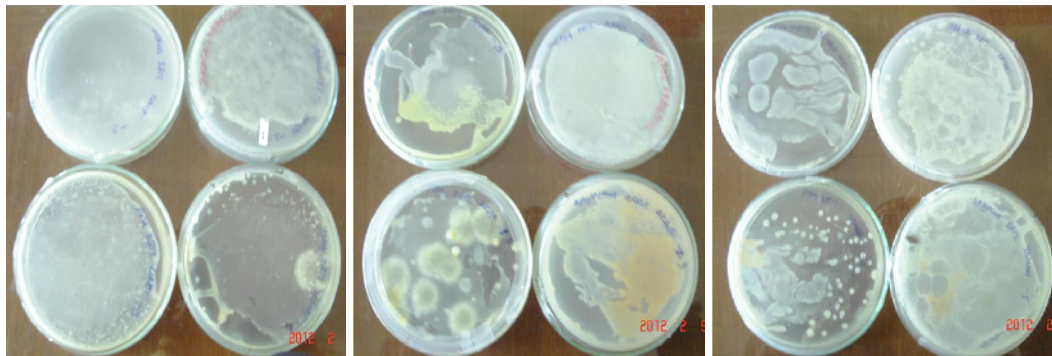
Gambar 7.2. Konsorsium koloni mikrobia pada pupuk organik enceng gondok

Penanaman bawang merah dilakukan pada lokasi persawahan di daerah Tegal yang telah ditentukan. Selain pembuatan konsorsium koloni mikrobia dari pupuk enceng gondok, dilakukan pula isolasi konsorsium mikrobia yang tumbuh pada tanah, akar, umbi dan daun bawang merah yang telah dilakukan penyemprotan pupuk pestisida. Isolasi konsorsium mikrobia dilakukan pada bawang merah yang telah ditanam di lokasi persawahan dan tanah persawahannya (Gambar 7.3). Konsorsium mikrobia bawang merah yang diperoleh terlihat pada Gambar 7.4.



Gambar 7.3. Areal dan Sampel Bawang Merah untuk Isolasi Konsorsium Mikrobia di persawahan bawang merah di daerah Tegal. Sampel tanah di petri sebelah atas adalah sampel tanah setelah penyemprotan pestisida, petri sebelah bawah merupakan sampel tanah sebelum penyemprotan pestisida

Hasil perolehan konsorsium mikroba dari pupuk enceng gondok memperlihatkan jumlah dan jenis mikroba yang lebih banyak antara konsorsium mikroba pada enceng gondok yang kaya hara dibandingkan dengan yang terdapat pada tanah dan berbagai bagian tanaman bawang merah yaitu pada akar, umbi dan daun (Gambar 7.4.). Beberapa jenis mikrobia memperlihatkan spesifikasi yaitu jenis mikrobia yang hanya terdapat pada pupuk organik enceng gondok saja dan mikrobia



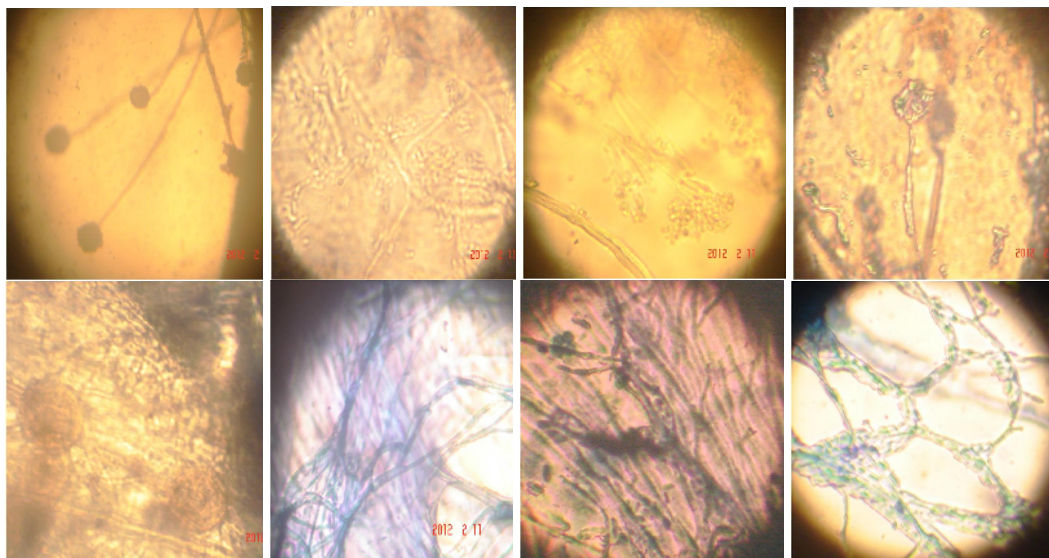
Umbi bawang

Akar bawang

Tanah sawah

Gambar 7.4. Konsorsium koloni mikrobia pada sampel Bawang merah dan tanah pasca penyemprotan pupuk pestisida

Identifikasi morfologi terhadap isolat mikrobia yang diperoleh memperlihatkan beberapa jenis jamur, khamir dan bakteri seperti ditunjukkan pada Gambar 7.5. Selain isolat mikrobia yang sering dijumpai pada tempat yang lain juga terdapat isolat yang spesifik. Karakterisasi terhadap konsorsium bakteri memperlihatkan dominansi bakteri Gram Positif.



Gambar 7.5. Isolat mikrobia pada sampel bawang merah

7.3. Aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok *in vitro*

Hasil penelitian penanaman bawang merah dengan pupuk enceng gondok dalam *polybag* secara keseluruhan memperlihatkan pertumbuhan yang lebih cepat dan umbi yang lebih besar dibandingkan kontrol. Pertumbuhan bawang merah pada dalam tanah memperlihatkan pertumbuhan dengan daun yang lebih banyak namun umbi berukuran kecil. Sedangkan pertumbuhan bawang merah pada kontrol kompos saja, daun sedikit dengan umbi besar namun umbi cepat busuk (Gambar 7.6). Hal ini menunjukkan potensi keberhasilan bila diterapkan secara *in vivo* di lapangan.



Gambar 7.6. Pertumbuhan bawang merah hanya menggunakan tanah (kiri) dan kompos (kanan)



Gambar 7.8. Pertumbuhan bawang merah menggunakan tanah dan kompos (1:1) di sebelah kiri dan (2:1) di sebelah kanan



Gambar 7.9. Pertumbuhan bawang merah menggunakan tanah dan kompos (1:2)

7.4. Aplikasi pupuk kaya hara dari limbah enceng gondok di area persawahan

Pertanian memberikan kontribusi dalam perekonomian Kota Tegal dengan lahan persawahannya terbentang seluas 892,55 ha atau 22,49 persen dari luas wilayah. Secara umum luas area pertanian bawang merah di Tegal adalah 2500 ha dengan jumlah produksi 30 ton/ha. Lahan yang digunakan pada penelitian ini terletak di dua lokasi yaitu di Kelurahan Kalinyamat Kulon Kecamatan Margadana Kota Tegal (Gambar 7.7) dan Gambar 7.8.



Gambar 7.7. Lahan terapan pertanian organik bawang merah saat musim tanam Juli-Agustus

Penanaman bawang merah biasanya dilakukan pada dua kali dalam satu tahun. Penanaman pada waktu musim kemarau dilakukan dengan cara penyiraman karena keterbatasan air. Bila digunakan bibit sebanyak 15 kg maka umumnya akan menghasilkan panen bawang merah sebanyak 60 kg. Sedangkan apabila penanaman dilakukan pada saat musim hujan, dengan menggunakan bibit sebanyak 50 kg menghasilkan panen bawang merah sebanyak 200 kg. Di Tegal pada tahun 2012 ini penanaman I dilakukan sekitar bulan Mei-Agustus yaitu pada musim kemarau. Penanaman kedua seharusnya dilakukan mulai bulan Oktober. Namun, sebagaimana dikemukakan oleh Menteri Pertanian bahwa pada bulan Oktober ini di prediksi musim hujan mundurnya satu bulan sehingga diperkirakan akan terjadi musim hujan bulan Nopember. Kekeringan pada tahun ini dialami tidak hanya petani bawang merah Tegal tetapi juga 80 ribu hektar lahan pertanian yang lain. Pada bulan Nopember beberapa daerah di Indonesia sudah mulai mengalami musim hujan seperti di Semarang, bahkan

ada yang sudah banjir di sebagian daerah di luar Jawa. Meskipun demikian hingga saat ini, Tegal belum memasuki musim hujan sehingga tanah menjadi sangat kering. Cuaca demikian membuat petani bawang merah menunda musim tanam ke II bawang merah. Bila ada yang ingin memulai penanaman maka mereka memilih tanaman yang berumur sangat pendek seperti bayam dan sawi hijau meskipun harus menggunakan pompa yang tentunya membutuhkan biaya yang lebih besar seperti terlihat pada Gambar 7.8. Penanaman bawang merah pada kondisi demikian juga akan lebih beresiko karena adanya populasi hama tikus yang meningkat pada bulan-bulan akhir tahun ini. Tikus merupakan salah satu hama bawang merah yang cukup mengurangi jumlah produksi. Kendala di atas membuat percobaan penanaman bawang merah menggunakan pupuk enceng gondok di tanah pertanian menjadi tertunda karena menunggu musim hujan.



Gambar 7.7. Lahan terapan pertanian organik bawang merah persiapan menunggu musim hujan bulan Nopember

7.5. Analisis produksi bawang merah

Pada saat ini penanaman produksi bawang merah secara organik menggunakan pupuk bawang merah masih pada tahap persiapan lahan. Data yang akan digunakan sebagai kontrol adalah berbasis rujukan. Produksi bawang merah Indonesia menurut Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura serta BPS adalah 1049 ribu ton. Selanjutnya produksi tahun 2011 adalah 917 ribu ton namun realisasinya hanya 61,5 %-nya saja yaitu 564 ribu ton. Target produksi bawang merah tahun 2012 adalah 943.315 ribu ton.

Harga bawang merah Indonesia memperlihatkan walaupun terjadi peningkatan harga pada tahun 2010 dibanding tahun sebelumnya namun yang perlu diwaspadai adalah terjadinya penurunan harga tahun 2011 walaupun masih di atas tahun sebelumnya. Prediksi harga bawang merah di tingkat grosir untuk tahun 2012 juga memperlihatkan adanya penurunan. Secara umum kebijakan yang akan diambil pemerintah pusat untuk pengembangan produksi bawang merah pada tahun 2012 dan selanjutnya antara lain pengembangan dan pembinaan Kawasan dan Sentra Produksi dengan cakupan di 17 kabupaten/kota. Selain itu juga akan dilakukan penerapan pertanian ramah lingkungan dengan Penerapan pertanian yang standart/baik (*Good Agriculture Proctices* dan *Good Handling Practices*) dengan cakupan 123 ha pada 30 kab/kota diikuti Stabilisasi Harga Bawang Merah di Kab Brebes dan Tegal. Kota Tegal telah menjadi salah satu sentra acuan pemerintah pusat dalam pertanian bawang merah. Tanaman bawang merah pada tahun 2009 di Kota Tegal luas panen bawang merah mencapai 478 ha dengan produksi 42.934 ton atau sebesar 89,8 ton/ha. Jumlah tersebut dapat terus ditingkatkan mengingat sudah mulainya diterapkan sistem pertanian dengan menggunakan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik akan mampu menaikkan produksi sebesar 15 persen. Rata-rata produksi bawang merah kering menggunakan sistem organik di Kabupaten Kulon Progo adalah sebesar 14 - 18 ton/ha (Departemen Pertanian, 2011). Berdasarkan perolehan di Kulon Progo, bila dibandingkan dengan produksi umumnya bawang merah di kota Tegal yang mencapai 30 ton/ha maka produksi pertanian organik yang dicapai masih lebih rendah. Namun karena lingkungan yang sudah lebih terkondisi sebagai sentra pertanian bawang merah maka peluang peningkatan produksi secara bertahap dengan penggunaan pupuk organik maka akan berpotensi produksinya akan meningkat.

7.6. Analisis proksimat kompos enceng gondok

Hasil analisis proksimat pada kompos enceng gondok memperlihatkan adanya kandungan kedua unsur seperti diperlihatkan dalam Tabel 7.1. Hasil analisis proksimat memperlihatkan bahwa kadar air menjadi berkurang sedangkan kadar abu meningkat. Kandungan air pada enceng gondok biasanya berkisar 92-95 % dari total berat menjadi 56,41%. Kandungan abu enceng gondok biasanya 9-16% dan setelah menjadi kompos meningkat menjadi 67,04% (Tabel 7.1).

Tabel 7.1. Analisis proksimat kompos

No	Karakter	Kadar
1	Kadar air	56,41%
2	Kadar abu	67,04%

Kompos umumnya mengandung sekitar 4500 mg/kg nitrogen. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan konsentrasi N sebagaimana diperlihatkan bahwa kandungan nitrogen pada kompos enceng goncok lebih dari kandungan nitrogen kompos pada umumnya. Analisis kandungan nitrogen lebih lanjut pada pada tanah persawahan bawang merah di Tegal memperlihatkan bahwa kandungan nitrogen dalam tanah pada pemupukan hari ke 20 memiliki kandungan nitrogen yang kurang dari 4500 mg/kg. Hal ini mengindikasikan tanah tersebut kekurangan unsur nitrogen. Peningkatan kandungan nitrogen dicapai dalam jumlah tinggi setelah pemupukan hari ke-50. Meskipun memperlihatkan kenaikan yang sangat besar dalam kandungan nitrogennya namun hal ini perlu diwaspadai karena cenderung memperlihatkan potensi ketergantungan tanah akan penambahan pupuk kimiawi. Penambahan pupuk enceng gondok dengan demikian berpotensi untuk meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanah.

Tabel 7.2. Konsentrasi N (mg/kg) dalam

Sampel	Kompos (mg/kg)	Tanah setelah pemupukan(mg/kg)	
		Hari ke-20	Hari ke-50
Tanah	4595,9712	4399.4782	5157.0156

7.6. Analisis Timbal (Pb) dalam umbi dan tanah

Hasil analisis residu timbal pada bawang merah berumur 20 hari memperlihatkan adanya kandungan seperti diperlihatkan dalam Tabel 7.3. Umur tanaman untuk bawang merah mulai ditanam sampai panen sekitar 50 hari. Timbal (Pb) merupakan satu dari tiga belas logam berat yang merupakan elemen utama polusi yang berbahaya. Logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh di lingkungan, selanjutnya berpotensi mengganggu kehidupan biota lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang lama dan

jauh dari sumber polusi utamanya. Pencemaran logam berat terdapat tidak hanya di dalam tanah tetapi juga didalam tanaman. Kandungan timbal dalam bumi sekitar 13 ppm, dalam tanah antara 2.6 – 25 ppm, di perairan sekitar 3 mg/L dan dalam air tanah jumlahnya kurang dari 0.1 ppm.

Tabel 7.3. Konsentrasi Pb (mg/kg)dalam bawang merah hasil uji

No	Sampel	Hari ke-20	Hari ke-50
1	Umbi Bawang	39.8173	2,0759
2	Daun Bawang	95.7522	2,6664
3	Akar Bawang	90.0158	13,6677
4	Tanah setelah pemupukan	36.1629	14,6741

Tabel 7.4. Konsentrasi Pb dalam tanah dan kompos

No	Sampel	Pb (mg/kg)
1	Tanah setelah pemupukan	36.1629
2	Kompos	31,9489

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa timbal diakumulasi tidak hanya pada tanah pertanian tetapi juga pada tanaman bawang merah. Berdasarkan tabel 7.4. Diperlihatkan bahwa timbal dijumpai dalam jumlah yang tinggi pada daun, umbi dan akar bawang merah. Akumulasi yang tinggi dijumpai pada dalam akar dan daun.

Hasil analisis kandungan tanah pada timbal memperlihatkan konsentrasi yang semakin menurun mendekati masa panen. Hal ini disebabkan pemberian pupuk pada tanah yang tinggi pada awal musim tanam dan semakin menurun pada saat akan panen. Hasil yang diperoleh selaras dengan hasil penelitian Setyowati (2003) dimana daya jerap, daya sangga dan kapasitas jerap maksimum akan Pb sangat tinggi yaitu 4 mg/l, 3891 mg/l dan 973 ug/g. Jerapan Pb pada tanah dan serapan oleh tanaman akan menyebabkan Pb yang tersedia dalam tanah setelah panen akan berkurang.

Hasil analisis timbal pada bawang merah berumur 20 hari memperlihatkan adanya kandungan timbal yang jauh lebih tinggi dibandingkan konsentrasinya pada bawang merah umur panen yaitu sekitar 50 hari. Hal ini diduga karena pupuk yang diberikan oleh petani bawang merah yang diberikan pada tanah selama masa tanam jauh lebih besar dibandingkan pada saat hampir panen. Hal ini menyebabkan serapan Pb

dalam pupuk yang jauh lebih banyak oleh akar pada saat pemupukan aktif. Perpindahan Pb dari tanah ke tanaman tergantung komposisi dan pH tanah, serta KTK (Kemampuan Tukar Kation). Tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi kesuburan tanah, kandungan bahan organik, serta KTK tanah rendah. Pada keadaan ini logam berat Pb akan terlepas dari ikatan tanah dan berupa ion yang bergerak bebas pada larutan tanah. Jika logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman (Charlena, 2004). Kandungan Pb dalam pupuk kimiawi adalah 8.5-22.81 ppm. Peningkatan kandungan Pb semakin diperparah dengan penggunaan pupuk cair yang disemprotkan pada tanaman bawang. Menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-02/MENKLH/I/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan tentang baku mutu air pada sumber air baku mutu air penggunaan air golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, listrik tenaga air maka kadar maksimum timbal yang diperbolehkan adalah 1 mg/l.

Tingginya konsentrasi timbal pada akar bawang merah juga sesuai dengan hasil penelitian Kohar (2005) yang memperlihatkan akumulasi Pb terutama pada akar. Pada tanaman kangkung yang berumur 6 minggu Pb terdapat dalam akar sebanyak 3.36 mg/kg sampel dan di bagian lain dari tanaman terdapat kandungan Pb sebesar 2.09 mg/kg sampel.

Hasil penelitian juga memperoleh hasil bahwa daun bawang merah mengandung timbal yang jauh lebih besar dari umbi. Meskipun demikian, umumnya daun bawang merupakan bagian yang dibuang pada saat panen. Namun yang perlu diwaspadai adalah adanya kebiasaan pada sebagian kecil masyarakat mengkonsumsi daun dan umbi bawang merah yang masih muda. Hal ini perlu dihindari untuk mencegah efek yang ditimbulkan pada kesehatan.

Hasil penelitian secara khusus memperlihatkan bahwa umbi yang merupakan bagian utama yang dikonsumsi bawang merah menunjukkan kandungan Pb yang terkecil. Meskipun hasil penelitian pada tanaman bawang merah memperlihatkan bahwa pada saat usia panen, konsentrasi timbal pada akar sudah mengalami penurunan namun konsentrasi yang diperoleh yaitu 2.0759 mg/kg masih melampaui konsentrasi ambang beberapa lembaga sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan melalui surat keputusan No.03725/B/SK/VII/1989 telah menetapkan bahwa batas maksimum residu kandungan logam berat Pb yang diizinkan

pada makanan (*maximum dietary allowance*) yaitu 2 ppm, namun WHO, BPPOM, SNI dan Depkes (2007) mengeluarkan ambang batas yang berbeda yaitu kurang dari 2 ppm. Rujukan yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan timbal pada umbi bawang merah Tegal masih melampaui ambang batas yang diijinkan dalam makanan (Tabel 7.5). Hasil penelitian Irwan (1994) menyatakan bahwa kandungan Pb pada bayam adalah 2-200 mg/kg. Data penelitian Balai Besar Pasca Panen – Departemen Pertanian memperlihatkan timbal dalam tomat dan hasil olahannya berkisar 0,05-0,17 mg/kg.

Tabel 7.5. Batas maksimum kandungan logam berat Pb yang diizinkan pada makanan

No	Jenis makanan	Referensi
1	buah dan sayur beku kecuali konsentrat tomat yang diawetkan	CAC (2000) 1,0 mg/kg
2	Sayuran buah selain tomat	CAC (2003) 0,1 mg/kg
3	Kubis dan sayuran daun	CAC (2003) 0,3 mg/kg
		FSANZ, Eropa : 0,3 mg/kg
		Jerman 0,8 mg/kg
4	Cemaran mikroba dan batas maksimum residu dalam makanan asal hewan	SNI 01-63-66-2000 batas maks 0,02 mg/kg.

Kandungan Pb dalam umbi bawang merah lebih dari 2 ppm membuat kita harus cukup waspada dan harus menunggu masa panen yang sesuai untuk memperoleh konsentrasi toksik yang minimal. Guna memelihara kualitas produksi bawang merah maka hasil penelitian akan tingginya kandungan timbal pada bawang merah patut memperhatikan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 28 tahun 2004 tentang keamanan, mutu dan gizi pangan pada Pasal 23 dimana setiap orang dilarang mengedarkan a. pangan yang mengandung bahan beracun, berbahaya atau yang dapat merugikan atau membahayakan kesehatan atau jiwa manusia; b. pangan yang mengandung cemaran yang melampaui ambang batas maksimal yang ditetapkan.

Produsen dan konsumen bawang merah juga sepatutnya mewaspadaai efek dari kandungan timbal yang melampaui batas aman yang dapat dikonsumsi karena tanaman bawang merah tidak hanya bertindak selaku bahan makanan namun juga sebagai bioakumulator timbal. Analisis kesehatan menyatakan kandungan timbal yang diijinkan

sesuai berat badan adalah 0.025 mg/kg berat badan. Badan WHO, BPPOM, SNI dan Depkes (2007) dan Mudgal *et al.* (2010) menyatakan bahwa timbal merupakan logam berat yang bersifat racun dan utamanya diperoleh manusia dan hewan melalui pernapasan dan makanan. Jumlah timbal yang diserap tergantung pada usia dan sejauh mana partikel timbal larut dalam perut. Tempat penyerapan pertama adalah plasma dan membran jaringan lunak. Jumlah timbal yang diserap dari saluran pencernaan sekitar 10% pada orang dewasa, sedangkan pada bayi 40-50%. Bayi, janin dalam kandungan dan anak-anak lebih sensitif terhadap timbal karena timbal lebih mudah terserap pada tubuh yang sedang berkembang. Anak berumur kurang dari 6 tahun sangat rentan terhadap timbal karena dalam jumlah sedikit saja dapat menyebabkan gangguan syaraf dan sistem sintesis jaringan darah (hematopoetik) sehingga mengganggu biosintesis haema. Kekebalan tubuh, ketidakseimbangan hormon dari metabolit vitamin D, yaitu 1, 25-dihidroksi-vitamin D, dan penurunan IQ. Studi lain menemukan konsentrasi 1 mg / dL timbal dalam darah berkorelasi dengan hilangnya 0,46 poin IQ. Penurunan keterampilan kognitif dan akademik ditemui pada anak-anak dengan konsentrasi timbal dalam darah kurang dari 5 mg / dL (Lanphear *et al.*, 2000 dan Canfield *et al.*, 2003 dalam Mudgal *et al.*, 2010). Pada bayi dan anak-anak, paparan terhadap timbal berlebihan dapat menimbulkan kerusakan otak, hambatan pertumbuhan, kerusakan ginjal, gangguan pendengaran, mual, sakit kepala, kehilangan nafsu makan, gangguan kecerdasan dan tingkah laku.

Charlena (2004) menyatakan efek kronis akibat akumulasi timbal dalam tubuh adalah penurunan kesuburan pada laki-laki dan perempuan, keguguran, dan kelahiran prematur, gangguan konsentrasi belajar, hipertensi, penyakit jantung, meningkatkan agresivitas dan permasalahan pada ginjal. Hal ini disebabkan timbal akan masuk ke dalam aliran darah dan paru-paru. Saat memasuki sistem pencernaan akan bereaksi dengan asam lambung dan menjadi garam terlarut yang dapat diserap oleh usus. Penyerapan timbal akan meningkat pada kondisi stres, kehamilan, cedera dan penyakit. Pada orang dewasa, timbal akan berada dalam aliran darah selama kira-kira 2 minggu. Selama waktu itu sebagian besar timbal mulai disimpan dalam jaringan lunak tubuh, termasuk hati dan ginjal. Timbal (Pb) juga dapat menggantikan logam yang penting secara biologis, seperti kalsium, zinc dan magnesium, melalui percampuran dengan berbagai reaksi kimia tubuh. Dampak kronis Pb pada orang dewasa akan menimbulkan gangguan pencernaan, kerusakan syaraf, sulit tidur, sakit otak dan sendi, kerusakan ginjal, mengakibatkan peningkatan tekanan darah, anemia, beberapa jenis kanker dan

kerusakan reproduksi pada laki-laki. Keracunan timbal dapat memiliki cepat, efek akut atau kronis, efek jangka panjang pada orang dan hewan. Efek ini dapat dramatis berupa kematian mendadak, kram perut yang parah, anemia, ataksia, sakit kepala, dan perubahan perilaku, seperti mudah marah dan kehilangan nafsu makan.

Hasil penelitian secara keseluruhan memperlihatkan adanya kandungan timbal yang melampaui batas aman bagi makanan, kesehatan dan lingkungan, baik bagi produsen maupun konsumen. Hal ini memperlihatkan peluang dan potensi penggunaan pupuk organik seperti enceng gondok pada bawang merah di kabupaten Tegal. Upaya ini menjadi lebih penting untuk dilakukan bila melihat hasil pengukuran kandungan Pb pada tanah kontrol yang menunjukkan perbedaan yang cukup besar dengan tanah yang telah mengandung pupuk kimiawi.

Ditjen POM Depkes menyatakan di dalam tanaman bawang merah sebanyak kandungan Pb sebesar 0,41 – 5,71 ppm dengan batas ambang 0,24 ppm. Kandungan Pb dalam tanah budidaya bawang merah adalah 12,33-19,74 ppm dengan batas ambang 150 ppm. Konsentrasi ambang batas untuk Pb pada tanaman adalah 1-100 mg. Meskipun hasil penelitian memperlihatkan bahwa kandungan Pb dalam bawang merah dari Tegal masih berada pada kisaran aman yaitu 40-96 mg/kg namun perlu diwaspadai karena pengukuran dilakukan pada hari ke-20 masa tanam. Potensi untuk meningkat melebihi ambang batas aman sangat besar. Terlebih Irwan (1994) menyatakan bahwa kandungan Pb pada bayam adalah 2-200 mg/kg.

7.6. Analisis Tembaga (Cd) dalam umbi dan tanah

Hasil analisis residu tembaga pada bawang merah berumur 20 hari diperlihatkan dalam Tabel 7.6. Tembaga (Cd) juga merupakan satu dari tiga belas logam berat yang merupakan elemen utama polusi yang berbahaya.

Tabel 7.2. Konsentrasi Pb dan Cd dalam tanah dan kompos

No	Sampel	Cd (mg/kg)
1	Tanah setelah pemupukan	6,5259
2	Kompos	6,3057

Kandungan timbal dalam bumi sekitar 13 ppm, dalam tanah antara 2.6 – 25 ppm, di perairan sekitar 3 mg/L dan dalam air tanah jumlahnya kurang dari 0.1 ppm. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa timbal diakumulasi tidak hanya pada tanah pertanian

tetapi juga pada tanaman bawang merah. Berdasarkan tabel 7.7. Diperlihatkan bahwa timbal dijumpai dalam jumlah yang tinggi pada daun, umbi dan akar bawang merah. Akumulasi yang tinggi dijumpai pada dalam akar dan daun. Meskipun demikian konsentrasi timbal dalam berbagai bagian bawang merah memperlihatkan penurunan.

Tabel 7.7. Konsentrasi Pb (mg/kg) dalam bawang merah hasil uji

No	Sampel	Hari ke-20	Hari ke-50
1	Umbi Bawang	39.8173	2,0759
2	Daun Bawang	95.7522	2,6664
3	Akar Bawang	90.0158	13,6677
4	Tanah setelah pemupukan	36.1629	14,6741

Bahan organik dalam pupuk kimiawi juga menjadi salah satu sumber logam tembaga (Cd). Bahan itu akan terserap dalam tanaman bila pupuk itu diberikan dalam tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Setyorini *et al.* (2003) menunjukkan kisaran Cd yang terkandung dalam pupuk fosfat alam dan 2–133 ppm Cd.

Tabel 7.4. Konsentrasi Cd (mg/kg) dalam bawang merah hasil uji

No	Sampel	Hari ke-20	Hari ke-50
1	Umbi Bawang	3.4805	1,8331
2	Daun Bawang	4.1374	1,8331
3	Akar Bawang	7.9135	3,5323
4	Tanah setelah pemupukan	6.5259	2,4457

Hasil penelitian menunjukkan kandungan Cd dalam bawang merah dengan penggunaan pupuk pestisida sebesar 3-8 mg/kg. Kandungan Cd dalam tanah pertanian bawang merah adalah 0,01 – 0,07 ppm dan 0,05 -0,28 ppm dengan batas ambang 2 ppm. Tanaman bawang merah mengandung Cd 0,05 – 0,34 ppm dengan batas ambang 0,05 ppm menurut *Codex Alimentarius Commission* (CAA). Hal ini memperlihatkan kandungan Cd dalam bawang merah hasil uji telah melewati batas ambang khususnya bila dimakan sebelum usia panen.

7.7. Analisis pupuk kimiawi pada persawahan bawang merah di Tegal

Pupuk kimiawi yang digunakan di sawah pertanian bawang merah sangat besar jumlah dan intensitas penerapannya. Hal ini disebabkan pupuk kimiawi yang diberikan

pada tanah persawahan bawang merah di Tegal diberikan melalui beberapa tahapan. Luas tanah sekitar seperempat bahu atau sekitar 1800 m³ akan membutuhkan pupuk dengan jumlah besar. Pada tahap pertama (Gareman I) pupuk yang diberikan adalah Kujang sebanyak 25 kg, TS 36 sebanyak 15 kg, Grower 25 kg, Furadan 3 bungkus dan Saprodap 15 kg. Pada tahap kedua, pupuk kimiawi yang diberikan adalah Kujang sebanyak 25 kg, Grower 25 kg dan Kamas 25 kg. Pada pemupukan ketiga, yang diberikan adalah Kujang sebanyak 20 kg, Grower 30 kg dan Kamas 25 kg.

Selain pemberian pupuk, juga dilakukan penyemprotan yaitu obat perekat Latron 250 gr/25 L (satu tutup per tanki), Buldok 250 gr/25 L, ditambah bubuk menggunakan antrakol 10 gr/25 L satu sendok per tanki. Bila hari hujan ditambahkan Ditan sebanyak 0,5 sendok. Bila ditemukan adanya ulat maka ditambahkan pupul Plered 0,5 sebanyak 5 gr/25 L (satu sendok teh). Bila serangan ulat sangat banyak maka ditambahkan Latron 250 gr/25 L (satu tutup) dan Rizotin 250 gr/25 L (satu tutup) . Bila dijumpai adanya jamur maka ditambahkan Kabrio 125 gr/25 L (0,5 tutup).

Hasil penelitian secara keseluruhan memperlihatkan adanya potensi penggunaan enceng gondok sebagai pupuk organik bawang merah di kabupaten Tegal Hal ini menjadi lebih penting untuk dilakukan bila melihat hasil pengukuran kandungan Pb residu berbahaya timbal dan tembaga dalam bawang merah telah melewati batas ambang. Kandungan nitrogen menunjukkan konsentrasi yang lebih besar pada kompos enceng gondok dibandingkan dengan tanah yang telah mengandung pupuk kimiawi. Hal memperlihatkan potensi yang besar dari pupu kompos enceng gondok untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik pada tanaman bawang merah.

Bidang pertanian merupakan pertarungan terhadap ketahanan pangan. Bidang pertanian sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim sehingga mitigasi perubahan iklim menjadi sangat mendesak untuk dilakukan. Menteri Pertanian Siswono pada bulan Oktober ini menyatakan bahwa 80 ribu hektar lahan alami kekeringan dan prediksi mundurnya musim hujan satu bulan dari Oktober. Tahun depan hal ini akan menjadi lebih buruk akibat adanya El Nino. Kekeringan sangat terkait dengan perubahan iklim. Pertanian, saat ini bertanggung jawab atas 20-30% dari emisi gas rumah kaca global (menghitung emisi pertanian langsung dan tidak langsung), namun dapat memberikan kontribusi bagi mitigasi perubahan iklim dan adaptasi. Mitigasi utamanya terletak pada kapasitas tanah pertanian untuk menyerap CO₂ melalui penggunaan bahan organik. Potensi ini dapat diwujudkan dengan menggunakan praktek-praktek pertanian berkelanjutan, seperti penggunaan pupuk organik. Mitigasi melalui pertanian organik

akan menghindari pembakaran biomassa terbuka, dan menghindari pupuk sintetis, produksi yang menyebabkan emisi dari penggunaan bahan bakar fosil (Muller *et al.*, 2012).

Praktik organik umum juga berkontribusi pada upaya adaptasi. Membangun bahan organik tanah berarti meningkatkan kapasitas retensi air, dan menciptakan tanah subur yang lebih stabil, sehingga mengurangi kerentanan terhadap kekeringan dan curah hujan yang ekstrim. Adaptasi lebih lanjut didukung oleh peningkatan agro-ekosistem keanekaragaman pertanian organik, mengurangi asupan nitrogen dan tidak adanya pestisida kimia. Semua upaya akan mengurangi risiko produksi terkait cuaca ekstrim.

Pentingnya penerapan pertanian organik bagi petani juga didasarkan pada biaya budi daya organik yang lebih murah sementara produk organik mempunyai nilai jual yang tinggi. Meskipun di tahap awal produksi budi daya organik produksinya kurang, tapi setelah 3-4 musim tanam produksi pasti akan meningkat. Selain itu lingkungan dan ekosistem pertanian menjadi lebih baik. Sudah waktunya petani bawang merah beralih sistem, meninggalkan sistem konvensional yang merugikan dan merusak lingkungan, dengan sistem pertanian organik yang lestari.

7.8. Analisis Untung Rugi

Penggunaan Pupuk organik kaya hara dari eceng gondok setidaknya bisa mereduksi penggunaan pupuk anorganik (kimia). Pada pertanian bawang merah jenis pupuk kimia belum sepenuhnya dihilangkan. Jenis pupuk kimia semua dikonversi dengan pupuk organik, walaupun pada percobaan masih ada penggunaan obat hama tanaman yang sedikit demi sedikit harus terus dikurangi. Perbandingan keuntungan yang dihasilkan dari sistem pertanian yang menggunakan pupuk organik dan pupuk anorganik pada pertanian konvensional memperlihatkan ada perbedaan keuntungan yang lebih besar dan cukup signifikan yang didapat petani dari pertanian yang menggunakan pupuk organik. (lihat tabel 7.6.)

Tabel 7.6. Analisa Komparasi Untung Rugi Antara Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik

NO	URAIAN	ANORGANIK	ORGANIK
1	PENDAPATAN -Produksi Bawang Merah 3000 Kg @ Rp. 5.000,- -Produksi Bawang Merah 3450 Kg @ Rp. 5.000,- (Kenaikan 15 % dari sistem konvensional)	Rp. 15.000.000. -----	----- Rp. 17.250.000.
2	BIAYA-BIAYA		
	-Sewa Lahan (satu masa tanam)	Rp. 750.000.	Rp. 750.000.
	-Bibit Bawang Merah (200 Kg @ Rp. 10.000)	Rp. 2.000.000.	Rp. 2.000.000.
	-Biaya Pengolahan Lahan (30 orang @ Rp. 50.000.)	Rp. 1.500.000.	Rp. 1.500.000.
	-Biaya Pemeliharaan (60 orang @ Rp. 50.000.)	Rp. 3.000.000.	Rp. 3.000.000.
	-Biaya Pengadaan Pupuk :		
	-Urea : 70 Kg @ Rp. 2.250.	Rp. 157.500.	-----
	-TSP : 30 Kg @ Rp. 2.750	Rp. 82.500.	-----
	-Kamas : 25 Kg @ Rp. 6.500.	Rp. 400.000.	-----
	-Grower : 80 Kg @ Rp. 7.500.	Rp. 225.000.	-----
	-Pupuk Organik 2.000 Kg @ Rp. 500.	-----	Rp. 1.000.000.
	-Biaya Pengadaan Obat Hama Tanaman :		
	-Ditan 2 @ Rp. 85.000.	Rp. 170.000.	Rp. 170.000.
	-Rizotin 4 @ Rp 37.000.	Rp. 148.000.	Rp. 148.000.
	-Kabrio 10 @ Rp. 4.500.	Rp. 45.000.	Rp. 45.000.
	Jumlah Biaya-biaya	(Rp. 8.478.000.)	(Rp. 8.612.500.)
3	KEUTUNGAN (PENDAPATAN- BIAYA-BIAYA)	Rp. 6.978.000.	Rp. 8.637.500.

Catatan : 1. Asumsi Harga Jual pada kisaran moderat Rp. 5.000./Kg
2. Luas Areal Tanam ¼ Bau (1750 m²)

8. KESIMPULAN

Kandungan Pb dalam bawang merah berpotensi untuk mengalami peningkatan yang melebihi batas ambang aman untuk dikonsumsi. Penggunaan enceng gondok sebagai pupuk organik bawang merah di Kabupaten Tegal penting untuk dilakukan sebagai upaya untuk mengatasi hal tersebut. Dari sudut pandang bisnis maka penggunaan pupuk organik dari enceng gondok memberikan tambahan pendapatan kepada petani dibandingkan dengan cara konvensional.

9. PUSTAKA ACUAN

Anon., 1951. Water hyacinth - a new use. Madras Agric.J. 38(1):27-8

Anonim. 2007. Enceng Gondok Untuk Bahan Bakar Biogas. Harian Kompas. 30 Juni 2007

APHA, -1975- *Standard methods for the examination of water and wastewater* (14th edn.), American Public Health Association, Washington, D.C.

- Baudin, I., O. Cagnard, J.J. Grandguillaume, dan Z. Do-Quang. 2006. Algae and Associated toxins and metabolites : methodology for risk assessment and risk management. *Water Practice and Tech.* Vol I. No.4. : 1- 12
- Benemann, J. 2002, A Technology Roadmap for Microalgae Biofixation. Report to DOE NETL/IEA
- Bidwell, J.P. dan Spotte S. 1983. *Artificial Sea Water Formulas and Methods.* Jones & Bartlett. p:324-325.
- Biro Pusat Statistik, Kota Tegal Dalam Angka 2009.
- Biro Pusat Statistik, Jawa Tengah Dalam Angka 2009.
- Borowitzka, M.A. 1988. Vitamins and fine chemicals from Microalgae. In: *Microalgal Biotechnology* (Eds.) Borowitzka, M.A. and Borowitzka, L.J., Cambridge University Press. pp 153 - 196.
- Craven, D.W. 1982. *Strategic marketing.* Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1997/1998. Dampak periklanan terhadap kehidupan masyarakat. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Kebudayaan, Direktorat Sejarah dan Nilai Tradisional. Bagian Proyek Pengkajian dan Pembinaan Kebudayaan Masa Kini, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2011. Penampilan Agronomis Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Lahan Pasir Pantai Kulon Progo Yogyakarta. Diunduh 10 Agustus 2012.
- e-smartschool.com. 2009. Enceng Gondok, tumbuhan pengganggu yang bermanfaat. <http://www.e-smartschool.com/pnu/002/PNU0020019.asp>
- Falah, US. 2003. Enceng Gondok, Gulma Sahabat Manusia?. *Harian Pikiran Rakyat.* 28 September 2003
- FAO. 1991. *Pedoman Manajemen Usaha Tani.* FAO Regional Office for Asia and The Far East, Bangkok.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton.* Kanisius, Yogyakarta.
- Ikatan Akuntan Indonesia. 1994. *Prinsip akuntansi Indonesia 1984.* Edisi II. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Geffroy, E.K. 1994. *200 cara menjual lebih baik.* Alih bahasa : AgusPriatna. Bina Rupa Aksara, Jakarta.
- Global Invasive Species Database. 2006. *Eichhornia crassipes* (aquatic plant). Invasive Species Specialist Group (ISSG).. 4 Agustus 2006

- Hasim. 2003. Enceng Gondok Pembersih Polutan Logam Berat. Harian Kompas.
- Kannaiyan, S. 1985. Algal biofertilizers for low land rice. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore. pp. 14.
- Kusumaningrum, HP dan, S.R. Ferniah. 2003. Profil Kromosom Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Mutan dengan Mutagen Ultraviolet . Laporan Penelitian. DP3M DEPDIKNAS
- Kusumaningrum, HP., M. Zainuri, M. Helmi, H. Endrawati 2008. Polder Tawang Semarang : Study Case of Biotechnological Application and Waste Water treatment as part of Integrated Coastal Management. International Conference : Geomatic, Fisheries and Marine Science for a Better Future and Prosperity : Diponegoro University Patra Jasa Hotel Semarang. 21-22 Oct. 2008
- Moronta, R., R. Mora and E. Morales. 2006. Response of the microalga *Chlorella sorokiniana* to pH, salinity and temperature in axenic and non axenic conditions. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 23: 27-41
- Pusat penelitian dan pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor, Pencemaran Bahan Agrokimia perlu diwaspadai (<http://www.indosiar.com/fokus/57066/di-tegal-hama-serang-tanaman-bawang-merah>). Diunduh tanggal 10 Januari 2011.
- Reynaud and B. Metting. 1988. Colonization potential of Cyanobacteria on temperate irrigated soils in Washington State USA. Biological Agriculture and Horticulture. Vol.0144 : 8765-8788.
- Reay, P.F., The accumulation of arsenic from arsenic-rich natural waters by aquatic 1972 weeds. *J.Appl.Ecol.*, 9(2):557–65
- Riemer, D.N. and S.J. Toth, 1971. Nitrification of aquatic weed tissues in soil. *Hyacinth Control J.*, 9(1):34–6
- Rippka, R., J. Deruelles, J.B Waterbury, M. Herdman & R.Y.Venkataraman, G.S. 1981. Blue-green algae for rice production. *FAO Soil Bulletins* 16: 33 - 42.
- _____, R., Deruelles, J., Waterbury, J.B., Herdman, M. and Stanier, R.Y. (1979). Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. *Journal of General Microbiology*, 111, 1-61.
- Rye, D.E. 1996. Tool for executives, Enterpreneur. PT. Prenhallindo, Jakarta.
- Sari, MR. 1995. Pengolahan Limbah Cair Tapioka secara Biologis menggunakan Enceng Gondok. *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, dan Mikroba Rizosfirnya. Tesis Master JBPTITBPP / 2008-01-28 15:37:28
- Sutton, D.L. and W.H. Ornes, 1975. Phosphorus removal from static sewage effluent using duck–weed. *J.Environ.Qual.*, 4(3):367–70

- Taylor, K.G. and R.C. Robbins, 1968. The amino acid composition of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its value as a protein supplement. *Hyacinth Control J.*, 7:24–5
- _____, K.G., R.P. Bates and R.C. Robbins, 1971 Extraction of protein from water hyacinth. *Hyacinth Control J.*, 9(1):20–2
- Thahar, N. 2001. Mengendalikan Enceng Gondok Danau Kerinci. *Harian Kompas*. 28 Maret 2001
- Triyatna, SO. 2007. Ngadiman Berbagi Ilmu Enceng Gondok. *Harian Kompas*. 15 Januari 2007
- Umar, H. 2003. Studi Kelayakan Bisnis. Teknik Menganalisis Kelayakan Rencana Bisnis secara Komprehensif. Gramedia Jakarta
- Venkataraman, L.V. 1983. A Monograph on *Spirulina platensis* - *Biotechnology and application*. Department of Science and Technology, New Delhi.
- Welch, P.S., 1935 Chemical composition of aquatic plants. In *Limnology*, by P.S. Welch. New York, McGraw Hill, pp.280–1
- Muller A., J. Olesen, J. Davis, L. Smith, K. Dyrtrtová, A. Gattinger, N. Lampkin, U. Niggli. 2012. Reducing Global Warming and Adapting to Climate Change: The Potential of Organic Agriculture, 2012. Research Institute of Organic Agriculture, FiBL, Ackerstrasse, Frick, Switzerland.

Lampiran . BIOGRAFI / RIWAYAT HIDUP PENELITI

KETUA PENELITI

4.1 Nama Lengkap dan Gelar Tempat / Tanggal Lahir
Drs. Hersugondo, MM. Tegal, 27 Maret 1965

4.2 Pendidikan

No	Universitas	Gelar	Tahun	Bidang Studi
1	Universitas Islam Indonesia Yogyakarta	Sarjana (S1)	1983-1988	Ekonomi Manajemen
2	Universitas Gadjah Mada Program Pasca Sarjana	Magister Manajemen(S2)	1991-1992	Magister Manajemen

4.3 Pengalaman kerja dalam penelitian :

No	Judul Penelitian	Jenis Penelitian	Tahun
1.	Analisis Eva dan Kinerja Konvensional yang Berpengaruh terhadap Return Saham di Bursa Efek Indonesia	Penelitian Dosen Muda	2005
2.	Pengaruh Kinerja Perusahaan terhadap Trading Volume Activity di Bursa Efek Indonesia	Penelitian Dosen Muda	2004
3.	Studi Komparatif Usaha Petani Tebu dan Bawang Merah di Brebes Jawa Tengah	Penelitian Dosen Muda	2001/2002
4.	Studi Kelayakan Proyek Budidaya Udang Windu di Kabupaten Brebes Jawa Tengah	Penelitian Intern Lembaga	2001/2002

4.4. Pengalaman profesional serta kedudukan saat ini :

No	Institusi	Jabatan	Perioda Kerja
1	Staf Pengajar Kopertis Wil. VI DPK Universitas Stikubank Fak. Ekonomi Manajemen	Staf Pengajar dmk Studi Kelayakan Proyek, Statistik, Lingkungan Bisnis, Etika Bisnis Jabatan : Lektor Kepala	1989 - sekarang

4.4 Daftar publikasi yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan :

Hersugondo, Desember.2002. Industri Kecil Antara Prospek dan Kendala, Dinamika, Tahun XI, No. 41.

_____, Analisis Eva dan Kinerja Konvensional yang Berpengaruh terhadap Return Saham di Bursa Efek Indonesia, Jurnal Ekonomi dan Bisnis, No. 13, September 2005

_____, Studi Komparatif Usaha Petani Tebu dan Bawang Merah di Brebes Jawa Tengah, Gema Stikubank, Vol. 37, Nomor 4, Tahun 2001

_____, Studi Kelayakan Proyek Budidaya Udang Windu di Kabupaten Brebes Jawa Tengah, Gema Stikubank, Vol. 37, Nomor 4, Tahun 2002

Semarang, Nopember 2012

Drs. Hersugondo, MM.
NIP. 196503271989011001

ANGGOTA PENELITI I

4.1 Nama Lengkap dan Gelar Tempat / Tanggal Lahir
Dr. Hermin Pancasakti Kusumaningrum, SSI, MSI Semarang, 8 Pebruari 1970

4.2 Pendidikan

No	Universitas	Gelar	Tahun	Bidang Studi
1	Universitas Diponegoro Program Studi Biologi F MIPA	Sarjana (S1)	1988-1993	Biologi
2	Institut Teknologi Bandung Program Pasca Sarjana	Magister Sains (S2)	1997-1999	Biologi, Bidang Khusus Genetika dan Biologi Molekul
3	Universitas Gadjah Mada Program Pascasarjana	Doktor (S3)	2003-2008	Bioteknologi

4.3 Pengalaman kerja dalam penelitian :

No	Judul Penelitian	Jenis Penelitian	Tahun
1.	Fusi Protoplasma antara bakteri <i>Escheria coli</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>	Skripsi	1993
2.	Determinasi spesies <i>Bacillus</i> sp. BAC4 secara mikrobiologis dan Molekuler	Tesis	1999
3.	Uji Potensi Ekstrak Tumbuhan <i>Acanthus ilicifolius</i> terhadap Pengendalian Pertumbuhan Jamur Patogen Udang windu <i>Lagenidium</i> sp. di Pembudidayaan intensif	Penelitian Dosen Muda	2001/2002
4.	Uji Potensi Ekstrak Biji Jarak (<i>Jatropha curcas</i> L.) sebagai Fungisida Alami terhadap Jamur <i>Lagenidium</i> sp. Patogen pada Udang windu secara "in vitro"	Penelitian Dosen Muda	2001/2002
5.	Profil Kromosom Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.) Mutan dengan Mutagen Ultraviolet	Penelitian DIKS	2002/2003
6.	Produksi Astaxantin <i>Phaffia rhodozyma</i> melalui Teknik Fusi Protoplasmat	Penelitian Dasar	2002/2003
7.	Komponen Nutritif pada Copepoda sebagai Pakan Alami Biota Laut : Kajian Bioenergitik	Penelitian Dasar	2002/2003
8.	Kloning Gen Penyandi Sintesis Karotenoid dari Alga <i>Dunaliella</i> sp. dan Analisis molekular Ekspresinya pada Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Penelitian Riset Unggulan Terpadu XI	2004 - 2006
9.	Rekayasa Paket Tehnologi Produksi Pakan Alami Copepoda Pada Sistim Kultivasi Pembenihan Ikan Kerapu (<i>Epinephelus</i> sp.) Skala Backyard	Penelitian Hibah Bersaing	2004 - 2005
10.	Fusi Protoplas Khamir Inulinolitik Isolat Lokal Serta Aplikasinya Pada HFS	Penelitian Terapan DikNas- Jateng	2005
11.	Pelacakan Gen Penyandi Biosintesis Karotenoid D-1-Deoksixilulosa-5-Phosphate Sintase pada Mikroalga <i>Dunaliella</i> sp. untuk Pengembangan Produksi Karotenoid	Penelitian Fundamental	2006-2007
12.	Eksplorasi Khamir Inulinolitik Termotabil Umbi Dahlia	Hibah Bersaing	2006

	(<i>Dahlia variabilis</i> Willd) Jawa Tengah		
13.	Paket Teknologi Eksplorasi Khamir Termotoleran Indigenous Inulinolitik Umbi Dahlia (<i>Dahlia variabilis</i> Willd) Pulau Jawa Melalui Teknik Fusi Protoplas Dan Aplikasinya Pada HFS	Menristek-Penelitian Insentif	2007
14	Konstruksi Model Dinamik Oksigen Terlarut untuk Memprediksi Beban Limbah Maximum di Polder Tawang Semarang	Hibah Penelitian Multi Tahun (Desentralisasi)	2009
15	Deteksi Potensi <i>Blooming</i> Mikroalga dan Pembentukan Sel Heterotrofnya melalui Bioteknologi untuk Produksi Biodiesel	Hibah Penelitian Multi Tahun (Desentralisasi)	2009
16	Rancang Bangun Sistem Dielektroforesis untuk Mendeteksi Mikroba Penyebab Penyakit Tropis	Hibah Strategis Nasional	2009
17	Pengembangan Produksi Karotenoid dari Alga <i>Dunaliella</i> dan khamir <i>Phaffia rhodozyma</i> melalui Teknik Fusi Protoplasma untuk Diversifikasi pupuk akuakultur	Hibah Penelitian Multi Tahun (Desentralisasi)	2009
18	Pengembangan Usaha Budidaya untuk Meningkatkan Pendapatan Petani Tambak melalui Diversifikasi Pakan Akuakultur dengan Kandungan Karotenoid Tinggi Hasil Fusi protoplasma Alga <i>Dunaliella</i> dan Khamir <i>Phaffia rhodozyma</i>	Hibah Penelitian Multi Tahun	2010 – 2011
19	Optimasi Rancang Bangun Alat Molekuler Dielektroforesis melalui Aplikasinya pada Isolasi dan Visualisasi DNA	Hibah Penelitian Multi Tahun (Desentralisasi)	2010 – 2011
20	Pemanfaatan eceng gondok dan sampah plastik secara terpadu melalui penerapan teknologi material komposit : upaya konservasi lingkungan dan peningkatan pendapatan masyarakat di Semarang	Hibah KKN - ESD	2010

4.4. Pengalaman profesional serta kedudukan saat ini :

No	Institusi	Jabatan	Periode Kerja
1	Universitas Diponegoro Program Studi Biologi	Staf Pengajar dmk Genetika, Genetika Mikrobia, Rekayasa Genetika, Biologi Molekuler, Evolusi Jabatan : Lektor	1993 - sekarang

4.4 Daftar publikasi yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan :

Tahun	Judul	Penerbit / Jurnal
2003	Improvement of Astaxantin Production from <i>Phaffia rhodozyma</i> by Protoplasma Fusion (Penulis Utama)	Indonesian Journal of Biotechnology. ISSN : 0853 – 8654. Nomor akreditasi NO: 34/Dikti//Kep/1999, JUNI 1999, NO: 34/Dikti//Kep/2003, 10 JUNI 2003
2004	Uji Potensi Biji Jarak sebagai Fungisida Alami terhadap Jamur <i>Lagenidium</i> sp.	Bioma, Vol. 5, No. 2, Agustus 2004, hal. 97-106, ISSN:1410-

	Patogen pada Udang Windu (Penulis pendamping)	8518.
2004	The Effect of Various Salinity Level to the Growth and Characterization of <i>Dunaliella</i> sp Isolated from Jepara Waters, in Laboratory Scale (Penulis Utama)	ILMU KELAUTAN, Indonesia Journal of Marine Sciences. ISSN 0853 – 7291. Volume 9 No. 3 September 2004 : 136 -140. No akreditasi SK Dirjen Dikti tanggal 8 April 1988, No : 111/DIKTI/KEP/ 1998, dan tanggal 27 Nopember 2000, No. 395/ DIKTI/KEP/2000 dan tanggal 12 Nopember 2002 No : 52/DIKTI/KEP /2002.
2006	Spesies Determination of a Green Algae Isolated from Jepara Coastal Region Based on Microbiological, Ecophysio-logical and Molecular Characterization for Improve-ment of Carotenoid Production (Penulis Utama)	<i>Journal Coastal Development</i> 10 (1) : 33-46, Oktober 2006 ISSN : 1410-5271. Nomor Akreditasi: 23a/DIKTI/Kep/ 2004
2006	Struktur Komunitas Copepoda di Perairan Jepara (Penulis Pendamping)	<i>Ilmu Kelautan</i> 12 (4) : 193-198, Desember 2007 ISSN : 0853 – 7291 No akreditasi SK Dirjen Dikti tanggal 8 April 1988, No : 111/DIKTI/KEP/1998, dan tanggal 27 Nopember 2000, No. 395/DIKTI /KEP/2000 , tanggal 12 Nopember 2002 No : 52/DIKTI/KEP/2002 dan tanggal 17 Nopember 2005 No 55/DIKTI/KEP/2005
2006	Molecular Determination of A Green Algae Isolate to detecting 1-Deoxy-D-Xylulose-5-phosphate Synthase (<i>DXS</i>) Gene in Improvement of Carotenoid Production (Penulis Utama)	<i>ILMU KELAUTAN</i> , Indonesia. <i>J. Mar. Sci.</i> 9(3). ISSN 0853 – 7291. Juni. 11: 9-86.
2006	Molecular Characterization of A Green Algae Isolate by 16S rRNA in Improvement of Carotenoid Production (Penulis Utama)	<i>Prosiding Seminar Nasional SPMIPA. 9 September 2006.hal</i> 389-396. ISBN : 979.704.427.0.
2007	Buku Ajar Genetika (Anggota Tim Penulis)	Biologi FMIPA
2007	Buku Ajar Biologi Molekuler (Anggota Tim Penulis)	Biologi FMIPA
2007	Efek mutagen ultraviolet terhadap pembelahan sel tanaman obat (<i>Allium ascolonicum</i> L.) (Penulis Pendamping)	majalah ilmiah Jurnal Sains dan Matematika, Vol. 15, No. 3, Juli 2007, hal. 143-147, ISSN:0854-0675.
2008	Petunjuk Praktikum Biologi Molekuler (Penulis Utama)	Biologi FMIPA
2008	Polder Tawang Semarang : Study Case of Biotechnological Application and Waste Water treatment as part of Integrated Coastal Management (Penulis Utama)	Proceeding International Conference : Geomatic, Fisheries and Marine Science for a Better Future and Prosperity : Diponegoro University
2008	Molecular Determination of A Green Algae	<i>Ilmu Kelautan</i> 11 (2) : 79-86,

	Isolate to detecting 1-Deoxy-D-Xylulose-5-phosphate Synthase (DXS) Gene in Improvement of Carotenoid Production (Penulis Utama)	Juni 2008 ISSN : 0853 – 7291. No akreditasi SK Dirjen Dikti tanggal 8 April 1988, No : 111/DIKTI/KEP/1998, dan tanggal 27 Nopember 2000, No. 395/DIKTI /KEP/2000 , tanggal 12 Nopember 2002 No : 52/DIKTI/KEP/2002 dan tanggal 17 Nopember 2005 No 55/DIKTI/KEP/2005
2008	Microbiological and Ecophysiological Characterisation of Green Algae <i>Dunaliella</i> sp. for Improvement of Carotenoid Production (Penulis Utama)	<i>Jurnal Natur Indonesia</i> 10 (2) : 66-69, April 2008 ISSN : 1410 – 9379 Nomor akreditasi NO. 55/DIKTI/Kep./2005
2008	Kontribusi Pupuk <i>Chlorella</i> sp. dan <i>Tetraselmis chuii</i> terhadap Densitas Copepoda (Penulis Pendamping)	<i>Ilmu Kelautan</i> 13 (1) : 43-46, Maret 2008 ISSN : 0853 – 7291. No akreditasi SK Dirjen Dikti tanggal 8 April 1988, No : 111/DIKTI/KEP /1998, dan tanggal 27 Nopember 2000, No. 395/DIKTI /KEP/2000 , tanggal 12 Nopember 2002 No : 52/DIKTI/KEP/2002 dan tanggal 17 Nopember 2005 No 55/DIKTI/KEP/2005
2008	Konsumsi Harian Copepoda terhadap Pupuk <i>Chlorella</i> sp. pada Volume Media Kultivasi yang Berbeda (Penulis Pendamping)	<i>Ilmu Kelautan</i> 13 (3) : 121-126, September 2008 ISSN : 0853 – 7291. No akreditasi SK Dirjen Dikti tanggal 8 April 1988, No : 111/DIKTI/KEP /1998, dan tanggal 27 Nopember 2000, No. 395/DIKTI /KEP/2000 , tanggal 12 Nopember 2002 No : 52/DIKTI/KEP/2002 dan tanggal 17 Nopember 2005 No 55/DIKTI/KEP/2005
2008	Produksi Inulinase Fusan 3 Hasil Fusi Protoplas Interspesifik <i>Kluyveromyces marxianus</i> dan <i>Torulospora pretoriensis autothonus</i> (Penulis Pendamping)	Majalah ilmiah Jurnal Sains dan Matematika, Vol. 16, No. 2, April 2008, hal. 88-95, ISSN:0854-0675.
2008	Pertumbuhan Juvenil Ikan Kerapu Macan (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>) yang dipelihara dengan Padat Penebaran Berbeda (Penulis Pendamping)	<i>Ilmu Kelautan</i> 13 (3) : 135-140, September 2008 ISSN : 0853 – 7291. No akreditasi SK Dirjen Dikti tanggal 8 April 1988, No : 111/DIKTI/KEP /1998, dan tanggal 27 Nopember 2000, No. 395/DIKTI /KEP/2000 , tanggal 12 Nopember 2002 No : 52/DIKTI/KEP/2002 dan tanggal 17 Nopember 2005 No 55/DIKTI/KEP/2005
2009	Transformation of Autotrophic into	Proceeding National Indonesia Congress 10th Society for

	Heterotrophic Microalgae by Cell Biotechnology to Increase Lipid Production for Biodiesel Source from Blooming Microalgae (Penulis Utama)	Microbiology and International Symposia : The Recent Advances of Microbiology in Health, Bioindustry, Agriculture and Environment
--	---	---

B. Makalah / Poster

Tahun	Judul	Penyelenggara
2006	Molecular Determination of <i>Dunaliella</i> sp. to detecting 1-Deoxy-D-Xylulose-5-phosphate Synthase (<i>DXS</i>) Gene in Improvement of Carotenoid Production. Poster dan Proceeding	Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI) Solo.
2008	Kemampuan dan Uji Identifikasi Yeast Rhizosfer Umbi Dahlia untuk Produksi Enzim Inulinase	Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI) Solo.
2009	Intraspecies Protoplast Fusion Process of <i>Dunaliella salina</i>	Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI) Surabaya

Semarang, Nopember 2012

Dr. Hermin Pancasakti Kusumaningrum, SSi., MSi
NIP. 197002081995032001

ANGGOTA PENELITI II

4.1 Nama Lengkap dan Gelar Tempat / Tanggal Lahir
Prof. Dr. Ir. Muhammad Zainuri, DEA Semarang, 13 Juli 1962

4.2 Pendidikan

No	Universitas	Gelar	Tahun Selesai	Bidang Studi
1	Universitas Diponegoro	Sarjana	1986	Perikanan
2	Universite des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France	DEA (Strata 2)	1989	Perkembangan dan Ekologi (Sciences de l'Evolution et Ecologie)
3	Universite de Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France	Doktor	1993	Biologi Populasi dan Ekologi (Biologie des Populations et Ecologie)

4.3 Pengalaman kerja dalam penelitian dan pengalaman profesional serta kedudukan saat ini :

No	Institusi	Jabatan	Perioda Kerja
1	Central Java Enterprice Development Project – BAPPEDA TK I JATENG	Manajer Penelitian Pengembangan Pakan Buatan	1986 - 1988
2	Universitas Diponegoro Program Studi Ilmu Kelautan	Staf Pengajar Lektor Kepala	1987 - sekarang

4.4 Daftar publikasi yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan :

- Muhammad Zainuri, 1994. Siklus Nycthemeral Kelimpahan dan Biomassa Zooplankton di Padang Lamun *Zostera marina*. *Majalah Penelitian, Lembaga Penelitian, UNDIP*. VIII(23):64 - 77, ISSN 0215-2584, Juni 1994
- Muhammad Zainuri, Raden Ario, Wiku Nugroho & Daryadi, 1994. Determinasi Kelimpahan, Keanekaragaman dan Struktur Komunitas Zooplankton di Padang Lamun, Teluk Awur Jepara. *Majalah Ilmu Kelautan* No. 1 Tahun I :6-18, ISSN 0853-7291, Januari 1996
- Muhammad Zainuri, 1997. Kajian Hubungan Tropik Zooplankton dengan Juvenil Ikan : Analisa Kronologis Komunitas Zooplankton dan Determinasi Konsumsinya oleh Juvenil Ikan. *Majalah Penelitian. Lemlit UNDIP*. IX (35) : 107 – 117, ISSN 0215-2584. September 1997
- Muhammad Zainuri, 1997. Penentuan Indeks Pakan, Kebiasaan Makan dan Analisis Lambung Pada Ikan. *Majalah Ilmu Kelautan* II (8) : 5-9, ISSN 0853-7291. Desember 1997.-
- Muhammad Zainuri, 1998. Zooplankton Community Structure at Awur Bay in The Northern Central Java Sea. *Journal of Coastal Development* 2(1), 297-306,. ISSN 1410-5217. Octobre, 1998.
- Muhammad Zainuri & Hadi Endrawati, 1999. A Mass-Balance Trophic Flow Model at Awur Bay in the Northern Central Java Sea. *Journal of Coastal Development* 3(1), 481 - 489,. ISSN 1410-5217. October 1999.
- Muhammad Zainuri, Sudarno, Hadi Endrawati dan Mustafid. 2000. Model Pendugaan Nisbah Harian Konsumsi Pakan Berdasarkan Derajat Evakuasi Lambung : Suatu Kajian pada Ichthyofauna. *Jurnal Ilmu Kelautan* V (18) : 114 – 123, ISSN : 0853 – 7291. Juni 2000.-
- Muhammad Zainuri & Hadi Endrawati. 2000. Struktur dan Keanekaragaman Plankton di Bawang merah Garam. *Jurnal Ilmu Kelautan* V (20) : 296 – 303. ISSN : 0853 – 7291 Desember 2000.
- Muhammad Zainuri. 2001. Aplikasi model MAXIMS terhadap Nisbah Harian Konsumsi Pakan Ikan *Dicentrarchus labrax* L. *Jurnal Ilmu Kelautan* VI (23) : 186 - 194. ISSN : 0853 – 7291 September 2001.
- Zainuri, M, Endang Kusdiyantini, Widjanarko, Joedoro Soedarsono and Triwibowo Yuwono. 2003. Preliminary Study on the Use of Yeast *Phaffia rhodozyma* as pigment source on the Growth of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius). *Ilmu Kelautan* 8 (1) : 47-52, Maret 2003
- Zainuri, M, Endang Kusdiyantini, Widjanarko, Joedoro Soedarsono and Triwibowo Yuwono. 2003. Study of Yeast *Phaffia rhodozyma* as Pigment Source to The Carotenoid Contents of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius) *Ilmu Kelautan* 8 (2) : 109 – 113, Juni 2003

- Borsa, P., Muhammad Zainuri & Bernard Delay. 1991. Heterozygote deficiency and population structure in the bivalve, *Ruditapes decussates*. *Heredity*, 66 (1-8).
- Hadi Endrawati, Muhammad Zainuri & Hariyadi. 2000. The Abundance of zooplankton as Secondary Producer at Awur Bay in the Northern Central Java Sea. *Journal of Coastal Development* 4 (1) : 481 - 489, ISSN : 1410 – 5217. Oktober 2000.-
- Wongrat, L., N. Cho, M.U. Gauns, M. Zainuri, I. Phromthong, B. Sikhantakasamit & M. Kaewsiang, 2002. Feeding and Production of Copepod in the Andaman Sea. *Phuket Marine Biological Center Special Edition* 27 : 14-17, 2002
- Kusdiyantini, E., Widjanarko, M Zainuri, Joedoro Soedarsono and Triwibowo Yuwono. 2003. Potensi Produksi Karotenoid Khamir *Phaffia rhodozyma* Dengan Sumber Karbon Glukosa dan Molase pada Fermentasi Batch untuk Akuakultur (*Penaeus monodon* Fabricius). *Ilmu Kelautan* 8 (2) : 83 – 88, Juni 2003

Semarang, Nopember 2012

Prof. Dr. Ir. Muhammad Zainuri, DEA
NIP. 196207131986011001

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ANGGOTA PENELITI III

01. Nama : Drs. Budi Raharjo,MSi
02. NIP/NIS/NPP/NIK : 196306051994031001
03. Status Dosen: : Dosen Biasa Negeri
04. Tempat/tanggal lahir : Purworejo/ 05 Juni 1963
05. Jenis kelamin : L
06. Pangkat/Golongan : Penata muda Tk. I /
IIIa
07. Jabatan: Struktural : Sekretaris Laboratorium Mikrobiologi
Akademik : Asisten
Ahli
08. Pendidikan tertinggi

No.	Jenjang Pendidikan	Tempat pendidikan	Tahun Lulus
1.	Magister	Institut Teknologi Bandung	2004
2.	Sarjana Biologi	Unsoed	1986

09. Pengalaman mengajar

a. Mata kuliah dalam program studi ini di perguruan tinggi ini pada tahun terakhir

No.	Nama mata kuliah	SKS	Semester	
			Gasal	Genap
1.	Seminar	2	v	v
2.	Mikrobiologi Tanah	2	v	
3.	Fitopatologi	2	v	
4.	Evolusi	2	v	
5.	Fisiologi Mikroba	2		v
6	Genetika	3	v	

b. Matakuliah di luar program studi ini dalam perguruan tinggi ini pada tahun terakhir

No.	Nama mata kuliah	SKS	Semester	
			Gasal	Genap
1	Biologi di Prodi Matematika	2	v	

c. Matakuliah yang diberikan di luar perguruan tinggi ini pada tahun terakhir

No.	Nama mata kuliah	SKS	Semester	
			Gasal	Genap
1	Biologi sel	2	v	
2	Biologi umum	2		v

10. Daftar karya ilmiah yang ditulis dalam lima tahun terakhir

No.	Judul tulisan	Nama Seminar/ Jurnal/Buku/Lainnya	S/J/B/L	Vol/Thn.
1	Analisis Aktivitas invitro Nitrat Reduktase Daun Kacang Tanah	“Buletin Anatomi dan Fisiologi	Jurnal	XIII, Maret 2005,
2	Produksi IAA Isolat 1.3 dari Rhizosfer Kedelai	Ilmiah Biologi “ Bioma “	Jurnal	Juni 2004,
3	Isolasi dan Penapisan Rhizobacteri Toleran CU dan mampu Mensintesis IAA dari Rizosfer Kedelai (<i>Glycine max</i> L.)	Jurnal Sains & Matematika	Jurnal	Oktober 2005
4	Pertumbuhan Miselium Bibit Jamur Kuping Cokelat (<i>Auricularia auricular judae</i>) dan Tiram (<i>Pleurotus ostreatus</i>) pada media substitusi biji Jagung	majalah Ilmiah Biologi “ Bioma “,	Jurnal	Juni 2005
5	Propagasi Miselium Namur Kuping (<i>Auricularia auricula</i>) dengan Proses Marcescent sebagai Upaya Pengadaan Bibit Namur secara Massal.	Jurnal Sains & Matematika	Jurnal	Vol. 14, No. 1 Januari 2006,

Pengalaman Membimbing Mahasiswa

No	Judul karya ilmiah mahasiswa	Jenis karya ilmiah mahasiswa	Tahun	Keterangan
1	Pelarutan Fosfat Anorganik Oleh Kultur Campur Jamur Pelarut Fosfat secara Invitro	PKMP	2006	Peserta PIMNAS XIX di UM Malang

Demikian Daftar Riwayat Hidup ini dibuat dengan sesungguhnya.

Semarang, Nopember 2012

Drs Budi Raharjo, MSi.
NIP. 196306051994031001