



LAPORAN AKHIR
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA
EKSTRAKSI FLUIDA SUPERKRITIK SENYAWA KAROTENOID
FUKOXANTHIN DARI MIKROALGA LAUT TROPIK *Chaetoceros gracilis*
SEBAGAI BAHAN BAKU FARMASI

BIDANG KEGIATAN:
PKM-PENELITIAN

Disusun oleh:

Ardhi Novrialdi Ginting	F34100037	2010
Konita Rahman	C34110062	2011
Riyadi Cahyo Wijiono	F34120083	2012

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2014

PENGESAHAN PKM-PENELITIAN

1. Judul Kegiatan : Ekstraksi Fluida Superkritik Senyawa Karotenoid Fukoxanthin dari Mikroalga Laut Tropik *Chaetoceros gracilis* Sebagai Bahan Baku Farmasi
2. Bidang Kegiatan : PKM-Penelitian
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : ArdhiNovrialdi Ginting
 - b. NIM : F34100037
 - c. Jurusan : Teknologi Industri Pertanian
 - d. Universitas : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat rumah dan No.Hp: Baristar Babakan Raya 6 Dramaga, Bogor, Jawa Barat
 - f. Alamat email : ardhiasheng.ginting@gmail.com
4. Anggota pelaksana kegiatan : 3 orang
5. Dosen pendamping
 - a. Nama lengkap dan gelar : Dr. Ir. Liesbetini Haditjaroko, MS
 - b. NIDN : 0004095504
 - c. Alamat rumah dan No.Hp: Komplek IPB II Jl. Pluto Blok J3, Sindang Barang 081299355690
6. Biaya Kegiatan Total :
 - a. DIKTI : 10.500.000
 - b. Sumber lain : -
7. Jangka waktu pelaksanaan : 5 bulan

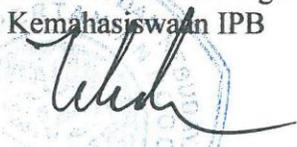
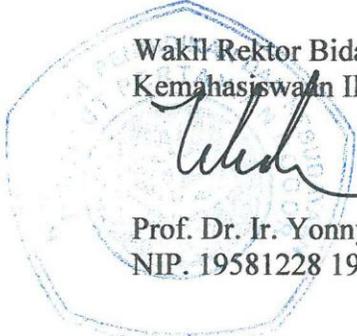
Bogor, 20 Juni 2014

Menyetujui
Ketua Departemen



Prof. Dr. Ir. Nastiti Siswi Indrasti
NIP. 19621009 1988903 2 001

Wakil Rektor Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan IPB



Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS
NIP. 19581228 198503 1 003

Ketua Pelaksana Kegiatan



Ardhi Novrialdi Ginting
NIM. F34100037

Dosen Pendamping



Dr. Ir. Liesbetini Haditjaroko, MS
NIP. 1955094 198003 2 001

RINGKASAN

Karotenoid fukosantin merupakan pigmen yang terkandung pada rumput laut yang menyumbang sekitar 10% dari jumlah kebutuhan karotenoid. Penelitian membuktikan bahwa mikroalga laut *Chaetoceros gracilis* merupakan salah satu jenis penghasil senyawa karotenoid fukosantin. Senyawa karotenoid fukosantin dapat digunakan sebagai salah satu sumber bioaktif bagi industri farmasi. Senyawa karotenoid fukosantin dapat diekstraksi dengan menggunakan teknologi ekstraksi fluida superkritik. Teknologi ini dapat memperbaiki kualitas senyawa aktif yang terkandung pada karotenoid fukosantin. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki proses ekstraksi konvensional yang memiliki beberapa kekurangan seperti penggunaan pelarut yang banyak, waktu ekstraksi yang lama, rendemen yang dihasilkan rendah, tidak dapat bekerja secara otomatis dan tidak selektif dalam memisahkan senyawa aktif yang ingin dipisahkan. Metode penelitian yang digunakan adalah kultivasi, pemanenan dan pengeringan sel mikroalga *Chaetoceros gracilis*, ekstraksi superkritik senyawa karotenoid fukosantin dan analisis kuantitatif senyawa karotenoid fukosantin. Biomassa kering yang diperoleh pada setiap kultivasi adalah 3,33 g (30 L), 13,77 (80 L) dan 2,47 g (20 L). Rendemen masing-masing kultivasi adalah 0,11 g/L (50 L), 0,17 g/L (80 L) dan 0,12 g/L (20 L). Perlakuan suhu terbaik dalam mengekstraksi senyawa fukosantin *Chaetoceros gracilis* adalah suhu 40 °C sebesar 2,635%. Bobot ekstrak fukosantin yang diperoleh sebesar 0,115 g dengan bobot fukosantin senilai 1,07 mg/g. Komponen aktif penyusun ekstrak fukosantin adalah terpenoid, sedangkan *Chaetoceros gracilis* mengandung alkaloid dan steroid.

Kata kunci : *Chaetoceros gracilis*, SFE, fukosantin, komponen aktif

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunia, hidayah dan petunjuknya, sehingga kami dapat menyelesaikan Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Penelitian ini dengan baik. Penelitian ini berjudul : “Ekstraksi Fluida Superkritik Senyawa Karotenoid Fukoxanthin dari Mikroalga Laut Tropik *Chaetoceros gracilis* Sebagai Bahan Baku Farmasi”

Kami menyadari bahwa banyak dukungan dari berbagai pihak dalam penyelesaian Program Kreativitas Mahasiswa ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya kegiatan ini, diantaranya :

1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) – Kementerian Pendidikan Nasional, yang telah memberikan kesempatan untuk menuangkan aspirasi, ide-ide kreatif serta berpartisipasi pada Program Kreativitas Mahasiswa ini.
2. Ibu Dr. Ir. Liesbetini Haditjaroko, MS selaku pembimbing PKM P yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pelaksanaan kegiatan dan penulisan Laporan Akhir kegiatan ini.
3. Ibu Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, MS selaku *co-supervisor* yang turut membantu dalam memberikan izin dalam melakukan penelitian kultivasi mikroalga di laboratorium Bioteknologi Hasil Perairan II, Departemen Teknologi Hasil Perairan.
4. Ketua Departemen Teknologi Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember atas ijin penggunaan alat ekstraksi superkritik sehingga dapat menyelesaikan kegiatan ini.

Kami menyadari bahwa dalam pelaksanaan kegiatan dan penulisan laporan akhir PKM P ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat kami harapkan. Semoga kegiatan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi alternatif dalam pemecahan masalah di Indonesia.

Bogor, 20 Juli 2014

Penulis.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fukoxanthin merupakan salah satu jenis karotenoid yang dihasilkan oleh alga cokelat dan berkontribusi pada produksi karotenoid sebesar 10%. Fukoxanthin juga dapat dihasilkan oleh kelompok mikroalga seperti *Phaeodactylum tricornutum* dan *Odontella aurita*. Fukoxanthin memiliki kandungan senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai antioksidan, antikanker, anti-obesitas dan antidiabetes (Peng *et al.* 2011). Mikroalga lain yang dapat menghasilkan senyawa karotenoid fukoxanthin adalah *Chaetoceros gracilis*. Penelitian yang dilakukan oleh Kim *et al.* (2012) memperlihatkan, karotenoid fukoxanthin dari *Chaetoceros gracilis* merupakan komponen utama senyawa karotenoid.

Senyawa karotenoid fukoxanthin dapat diperoleh dengan menggunakan teknologi ekstraksi. Ekstraksi dapat diartikan sebagai proses memisahkan komponen aktif dari bahan padatan yang dilakukan secara fisik dengan menggunakan bahan cairan atau padatan (Dewi 2008). Metode ekstraksi konvensional selama ini lebih banyak dipergunakan dalam mengekstraksi senyawa aktif. Metode ini umumnya menggunakan pelarut yang selanjutnya didistilasi. Metode ini dipilih dikarenakan prosesnya yang mudah dan tidak memerlukan biaya besar. Namun terdapat beberapa masalah yang ditimbulkan dari penggunaan metode ekstraksi secara konvensional seperti penggunaan pelarut yang banyak, waktu ekstraksi yang lama, rendemen yang dihasilkan rendah dan tidak selektif dalam memisahkan senyawa aktif yang ingin dipisahkan. Selain itu, teknologi ekstraksi ini tidak selalu bekerja pada prosedur yang otomatis (Ibanez 2012). Oleh karena itu, diperlukan alternatif metode ekstraksi lain yang dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Metode ekstraksi yang saat ini sedang berkembang adalah ekstraksi dengan fluida superkritis. Ekstraksi fluida superkritis memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki ekstraksi secara konvensional yaitu minimalisasi produk hasil dari residu pelarut organik termal seperti mengekstraksi vitamin E dan lemak (Xu *et al.* 2007). Selain itu, ekstraksi ini dapat memurnikan secara efektif campuran yang dikehendaki, tidak menghasilkan produk samping untuk pengaplikasian lebih lanjut, waktu ekstraksi lebih singkat dan gas CO₂ sebagai pelarut. Pelarut ini memiliki keunggulan seperti kerapatannya yang tinggi, daya larut tinggi terhadap berbagai komponen, bersifat *inert*, tidak beracun, mudah didaur ulang dan tersedia dengan kemurnian yang tinggi (Hugh dan Krukoni 1993; Rizvi *et al.* 1999; Sun 2002). Ekstraksi fluida superkritis sudah banyak dikembangkan dalam berbagai bidang seperti farmasi (Dean dan Khundker 1997), minyak ikan (Ong *et al.* 1990), minyak kacang mete (Patel *et al.* 2005) dan makanan (Ong *et al.* 1990). Namun penggunaan teknologi ekstraksi fluida superkritis belum banyak dimanfaatkan untuk mengekstrak senyawa karotenoid fukoxanthin dari mikroalga laut salah satunya *Chaetoceros gracilis*. Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki metode ekstraksi senyawa karotenoid fukoxanthin dari mikroalga laut agar mendapatkan hasil yang optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Ekstraksi konvensional merupakan metode pemisahan senyawa aktif fukosantin yang lazim digunakan. Metode ekstraksi ini dipilih didasarkan pada prosesnya yang mudah serta penggunaan biaya operasional yang murah. Namun terdapat beberapa kelemahan pada metode ekstraksi secara konvensional seperti penggunaan pelarut yang banyak, waktu ekstraksi yang lama serta rendemen yang dihasilkan rendah menjadikan proses ini kurang efisien dalam melakukan pemisahan senyawa aktif fukosantin. Pemisahan secara non-konvensional dapat diterapkan dalam mengekstraksi senyawa aktif fukosantin. Metode ekstraksi konvensional yang dapat digunakan adalah ekstraksi fluida superkritik. Ekstraksi fluida superkritik menggunakan suhu yang berada pada titik kritis. Faktor ini saling berkorelasi positif dalam melakukan proses pemisahan senyawa aktif. Penggunaan variasi suhu berbeda dilakukan pada penelitian ini. Hal ini ditujukan untuk melihat suhu yang terbaik dalam mengekstraksi senyawa aktif fukosantin dari mikroalga laut tropik.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi proses ekstraksi fukosantin yang optimum dengan melihat kombinasi antara tekanan dan suhu yang berbeda saat proses ekstraksi dan mengkarakterisasi senyawa aktif yang terdapat pada fukosantin hasil ekstraksi menggunakan fluida superkritik.

1.4 Luaran yang dihasilkan

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah diperolehnya metode ekstraksi yang lebih ramah lingkungan dan mampu menyelesaikan berbagai kendala pada metode ekstraksi konvensional. Selain itu, hasil penelitian ini akan diterbitkan di media informasi melalui jurnal ilmiah.

1.5 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini bagi institusi dan akademisi adalah berkontribusi dalam pemecahan masalah ekstraksi yang kurang optimal, meningkatkan efisiensi hasil senyawa aktif yang selama ini kurang maksimal dan terdapatnya metode alternatif dalam pengembangannya di skala industri. Sementara itu, penelitian ini memiliki manfaat dalam pengembangan kemampuan penerapan ilmu dan teknologi industri pertanian dalam memecahkan masalah teknis dan meningkatkan pemahaman tentang teknologi ekstraksi alternatif.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroalga *Chaetoceros gracilis*

Mikroalga laut yang selama ini sudah dikembangkan adalah *Chaetoceros*. *Chaetoceros gracilis* dikategorikan ke dalam golongan Bacillariophyceae yang disebut juga dengan *golden brown algae*. Mikroalga ini termasuk ke dalam plankton neritik, membentuk filamen, sel tunggal, tidak membentuk rantai, spora di tengah sel induk dan non motil. Pemanfaatan *Chaetoceros* selama ini adalah sebagai pakan alami (Setyaningsih 2010). Dinding sel diatom ini dibentuk dari silika pigmen yang dominan antara lain adalah karetonoid dan diatomim sehingga mikroalga tersebut berwarna kuning kecoklatan (Isnansetyo dan Kurniastuti 1995). Karotenoid dalam diatom merupakan pigmen yang dominan. Spesies ini dapat hidup pada temperatur 10 °C sampai dengan 20 °C dan dapat dikultur masal pada air laut yang diperkaya dengan pupuk organik dan atau pupuk kandang. *Chaetoceros* diklasifikasikan sebagai salah satu diatom. pengklasifikasiannya adalah sebagai berikut :

Phylum : Chrysophyta
 Kelas : Bacillariophyceae
 Ordo : Centricae
 Family : Chaetoceraceae
 Genus : Chaetoceros
 Spesies : *Chaetoceros gracilis*

Chaetoceros yang ditumbuhkan dalam batch pada suhu 25, 27, 30, 33 dan 35 °C memiliki kandungan karbohidrat (13,1; 12,2; 12,5; 11,3; dan 11 %), protein (57,3; 57,1; 64,1; 62,5 dan 47,3 %), serta lemak (16,8; 14,8; 12,2; 12,4 dan 12,1 %). Asam lemak jenuh golongan PUFA yang dihasilkan sebesar 19,5; 20,8; 19; 19,8 dan 20,4 % (Renaud *et al.* 2002). Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi komposisi kimia *Chaetoceros wighamii*. Pada suhu 20 °C dan 25 °C, kandungan lipid dan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan pada suhu 30 °C, sedangkan protein tidak dipengaruhi oleh perbedaan suhu tersebut (Araujo dan Garcia 2005).

2.2 Pigmen Fukosantin

Fukosantin adalah salah satu jenis senyawa hidrokarbon karotenoid. Fukosantin dapat melindungi tubuh dan mencegah berbagai penyakit, menghambat pertumbuhan sel kanker, mencegah serangan jantung, dan lain-lain. Fukosantin termasuk kelompok xantofil dari karotenoid. Pigmen ini banyak ditemukan pada beberapa spesies alga coklat dan diatom. Fukosantin dapat dikelompokkan ke dalam karotenoid yang bersifat polar. Oleh karena itu, pigmen ini umumnya diekstraksi dengan menggunakan pelarut polar organik. Kesesuaian tipe pelarut dengan sifat bahan terlarut akan berdampak pada proses efisiensi ekstraksi yang dilakukan (Ishida *et al.* 2011). Pelarut polar yang lazim dipergunakan dalam mengekstrak suatu senyawa adalah aseton, aseton-metanol, etanol, metanol dan DMSO. Metode analisis senyawa fukosantin dapat dilakukan dengan spektrofotometer, LC-MS dan HPLC (Heriyanto dan Limantara 2010).

2.3 Ekstraksi dan Identifikasi Senyawa Aktif

Ekstraksi merupakan proses difusi dimana molekul dipindahkan dari satu bagian ke bagian lain dikarenakan adanya gradien konsentrasi. Efektivitas ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa hal di antaranya adalah konsisi alami simplisia, suhu proses, tekanan udara dalam proses, jenis

pelarut dan metode ekstraksi. Pelarut yang digunakan berupa pelarut non polar (heksan, sikloheksan, toluene), pelarut semi polar (kloroform, dietil eter dan etil asetat), dan pelarut polar (air, aseton dan etanol) (Dewi 2008). Metode ekstraksi dikategorikan ke dalam dua metode yaitu konvensional dan non konvensional. Metode ekstraksi konvensional merupakan metode ekstraksi yang sudah sangat lazim dipergunakan dalam mengekstrak senyawa bioaktif.

Ekstraksi fluida superkritik merupakan salah satu metode ekstraksi senyawa aktif yang mempunyai keunggulan yang tidak dimiliki oleh metode ekstraksi konvensional. Ekstraksi fluida superkritik melakukan pemisahan komponen di atas titik kritis tekanan dan suhu suatu fluida. Hal ini diartikan sebagai suatu kondisi dimana fluida berada pada kesetimbangan fasa antara gas dan cair (Hugh dan Krukoni 1993). Selain itu, selektivitas dan daya larutnya yang lebih tinggi dibandingkan bentuk cair dan gas menyebabkan metode ekstraksi ini sangat berpotensi dikembangkan pada level lebih tinggi seperti industri (Rizvi 1999). Faktor yang berpengaruh besar pada efektivitas ekstraksi fluida superkritik adalah suhu dan tekanan. Kedua parameter ini akan mempengaruhi perubahan pada densitas, viskositas dan difusivitas bahan yang akan dilakukan ekstraksi. Perubahan-perubahan inilah yang dijadikan sebagai landasan dalam peningkatan efisiensi ekstraksi.

Pemilihan pelarut dalam melakukan ekstraksi fluida superkritik sangat penting untuk diperhatikan. Hal ini akan berdampak pada efektivitas dan efisiensi proses. Gas CO₂ adalah jenis pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi fluida superkritik. Kerapatannya yang tinggi, relatif *inert*, tidak polar, tidak mahal, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tetapi mudah sekali didaur ulang dan tersedia dalam kemurnian yang tinggi sehingga tidak akan meninggalkan residu (Hugh dan Krukoni 1993; Rizvi 1999; Sun 2002). Ini berbanding terbalik dengan metode konvensional yang menggunakan pelarut organik dalam mengekstraksi, membutuhkan waktu, peralatan operasi, penanganan, volume serta biaya pelarut yang tinggi. Selain itu, penggunaan suhu tinggi dalam ekstraksi konvensional menimbulkan kehilangan dan terjadinya degradasi senyawa target yang diinginkan. Oleh karena itu, metode ekstraksi fluida superkritik dinilai lebih baik dibandingkan dengan teknologi ekstraksi konvensional.

III METODE PENELITIAN

Bahan baku yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga laut jenis *Chaetoceros gracilis* yang diperoleh dari koleksi Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta. Bahan lain yang dipergunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan media kultivasi (air laut alami, medium guillard modifikasi, bahan ekstraksi (gas CO₂ teknis dengan kemurnian 90%), bahan karakterisasi fukosantin dan bahan uji fitokimia pereaksi Wagner, pereaksi Meyer, pereaksi Dragendorff, etanol 30%, asam asetat anhidrat, H₂SO₄ pekat, etanol 70%, larutan FeCl₃ 1%, CHCl₃, serbuk Mg, larutan amil alkohol dan HCl 2 N.

Alat yang dipergunakan pada penelitian ini untuk kultivasi dan pemanenan *Chaetoceros gracilis* meliputi akuarium, stoples kaca, neraca analitik, *lux* meter, *tube light* (TL), *freeze dryer*, *aerator*, selang, filter keramik, pompa, satu unit alat ekstraksi fluida superkritik, alat uji fitokimia (tabung reaksi, labu Erlenmeyer, aluminium foil, penangas air, corong gelas, sudip dan pipet tetes), alat uji kuantitatif fukosantin dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Penelitian dilakukan dalam dua tahapan. Tahap pertama meliputi kultivasi awal dan optimasi kultivasi mikroalga *Chaetoceros gracilis* (Lailati 2007; Krichnavaruk *et al.* 2007); Pemanenan

dan pengeringan sel mikroalga (Setyaningsih 2010). Penelitian tahap kedua yaitu uji ekstraksi superkritik (Qutain *et al.* 2013) dan analisis kuantitatif fukosantin (Seely *et al.* 1972).

IV PELAKSANAAN PROGRAM

4.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Juli 2014 bertempat di Laboratorium Bioteknologi Hasil Perairan II, Departemen Teknologi Hasil Perairan, FPIK, IPB; Laboratorium Biokimia Pangan dan Gizi, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA, IPB; Laboratorium Instrumentasi Analitik, Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA, IPB; Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran, Teknik Kimia, ITS.

4.2 Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan PKM P dilaksanakan selama 5 bulan. Tahapan pelaksanaan kegiatan PKM P selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.3 Instrumen Pelaksanaan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Supercritical Fluid Extractor*, akuarium, stoples kaca, neraca analitik, *lux* meter, *tube light* (TL), *freeze dryer*, pH-meter, *aerator*, selang, filter keramik, pompa membran *reverses osmosis*, Spektrofotometer UV-VIS dan magnetic stirrer. Alat penunjang lainnya meliputi kapas, aluminium foil, Whatman 42, mikro pipet, pipet volumetric, cawan, gelas ukur dan Erlemeyer.

4.4 Rancangan dan Realisasi Biaya

Biaya yang digunakan untuk penelitian ini adalah Rp 10.500.000. Rincian penggunaan biaya selama penelitian dapat dilihat pada lampiran 2.

V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kultivasi Mikroalga *Chaetoceros gracilis*

Kultivasi dilakukan dalam tiga tahapan yaitu volume 30 L, 80 L dan 20 L. Proses kultivasi mengacu pada penelitian Lailati (2007) dengan kondisi suhu kultivasi 30 °C dengan pencahayaan 12 jam menggunakan medium guillard termodifikasi. Sel mikroalga dipanen pada umur 12 hari. Pemanenan sel dilakukan dengan proses filtrasi membran *reverses osmosis*. Pengamatan pertumbuhan sel dilakukan dengan melihat perubahan warna kultur. Pada kultivasi volume 30 liter, biomassa basah yang telah diperoleh dilakukan pengeringan beku (*freeze dryer*) selama 2 hari pada suhu -20 °C. Hasil dari pengeringan beku diperoleh biomassa kering *Chaetoceros gracilis* sebanyak 3,33 g. Dari hasil ini, diperoleh rendemen sebesar 0,11 g/L. Nilai rendemen ini diperoleh dari hasil bagi antara biomassa kering yang diperoleh dengan volume kultivasi. Nilai rendemen yang diperoleh ini dikategorikan rendemen yang rendah. Oleh karena itu, peningkatan

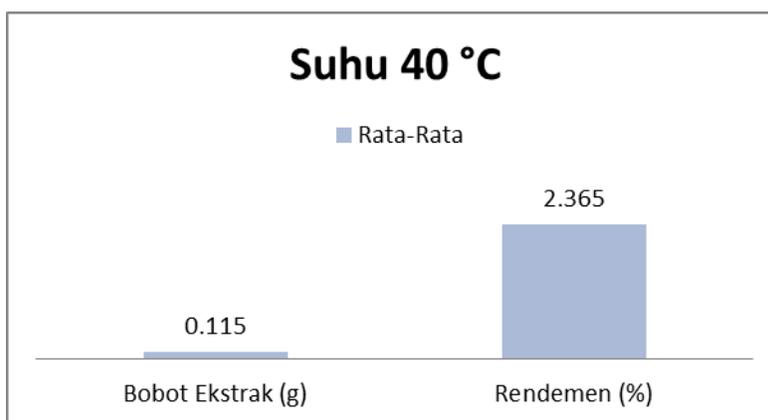
nilai rendemen kultivasi dilakukan dengan memodifikasi perbandingan komposisi medium guillard. Modifikasi medium guillard mengacu pada penelitian Krichnavaruk *et al.* (2005) dengan beberapa perubahan.

Hasil modifikasi komposisi medium guillard menghasilkan nilai biomassa lebih besar daripada nilai biomassa yang diperoleh sebelumnya. Sebanyak 135,05 g biomassa diperoleh dari kultivasi volume 80 liter dan 78,27 g pada kultivasi volume 20 liter. Modifikasi nutrisi yang dilakukan berhasil meningkatkan volume biomassa yang diperoleh. Modifikasi nutrisi yang dilakukan menunjukkan bahwa nutrisi akan berpengaruh pada pertumbuhan sel yang terbentuk (Nontji 2006). Biomassa yang telah diperoleh, kemudian dilakukan proses pengeringan beku selama 2 hari pada suhu -20°C . Pengeringan beku dilakukan untuk mengeringkan biomassa basah yang telah diperoleh. Pengeringan beku akan menghilangkan komponen air yang terkandung pada biomassa basah. Pemilihan metode pengeringan beku dipilih karena bertujuan untuk tidak merusak komponen aktif yang terdapat pada biomassa. Hasil pengeringan beku biomassa tahap kedua diperoleh biomassa kering yang berwarna coklat kehijauan.

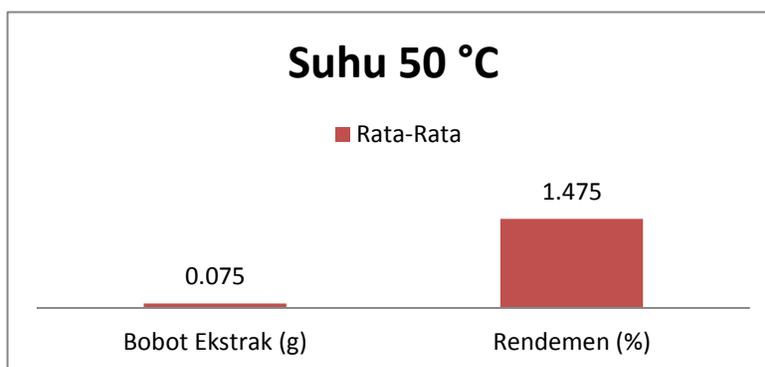
Data biomassa kering yang diperoleh pada kultivasi 80 Liter yaitu 13,77 g, sedangkan biomassa kering untuk kultivasi volume 20 Liter yakni berjumlah 2,470 g. Hasil pada tahap kedua jika dibandingkan dengan tahap pertama masih berjumlah rendah. Biomassa kering dianalisis rendemen yang dihasilkan. Kultivasi volume 80 liter menghasilkan nilai rendemen sebesar 0,17 g/L dan 0,12 g/L untuk kultivasi volume 20 liter. Terjadi proses peningkatan nilai rendemen setelah proses modifikasi komposisi nutrisi dilakukan. Nilai total biomassa kering yang diperoleh dari keseluruhan kultivasi adalah 20 gram.

5.2 Ekstraksi Fluida Superkritik

Ekstraksi fukosantin *Chaetoceros gracilis* dilakukan dengan proses fluida superkritik. Pelarut yang digunakan pada ekstraksi superkritik adalah CO_2 . Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan variasi perlakuan suhu yaitu, SFE 1 menggunakan suhu 40°C dan suhu 50°C pada SFE 2. Tekanan yang digunakan pada kedua proses ekstraksi adalah sama yaitu pada tekanan 300 bar (30 MPa) dengan *flow rate* CO_2 sebesar $2 \text{ mL}/\text{min}$. Nilai bobot ekstrak dan rendemen dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4 Nilai rata-rata bobot ekstrak dan rendemen suhu 40°C



Gambar 5 Nilai rata-rata bobot ekstrak dan rendemen suhu 50 °C

Dari kedua gambar di atas, rendemen ekstrak fukosantin bernilai 1,475% dan 2,365%. Nilai rendemen yang diperoleh masih tergolong rendah. Ini disebabkan oleh kandungan silika yang merupakan penyusun dinding sel dari diatom. Silika memiliki sifat yang kuat dan tebal, sehingga perlu dilakukan proses *pre-treatment* sebelum ekstraksi dilakukan. Pada penelitian ini, tidak dilakukan proses *pre-treatment* untuk memecahkan dinding sel *Chaetoceros gracilis*. Nilai bobot ekstrak dan rendemen pada perlakuan suhu 40 °C lebih besar dibandingkan suhu 50 °C. Hal ini memperlihatkan bahwa suhu sangat mempengaruhi nilai rendemen dan bobot ekstrak yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai suhu yang digunakan akan menghasilkan hasil yang lebih rendah. Qutain *et al.* (2013) melakukan proses ekstraksi superkritik dengan sampel rumput laut jepang pada berbagai faktor. Hasil penelitian menunjukkan suhu 40 °C menghasilkan ekstrak fukosantin dengan rendemen yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan suhu lainnya. Selain itu, kandungan senyawa fukosantin yang diperoleh juga lebih besar.

Peningkatan suhu di atas 40 °C diindikasikan dapat mengakibatkan komponen aktif mengalami kerusakan akibat terdegradasi oleh suhu yang tinggi. Hal ini juga dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Roh *et al.* (2008). Terjadi penurunan nilai fukosantin rumput laut cokelat (*Undaria pinnatifida*) pada peningkatan suhu di atas 40 °C. kandungan fukosantin yang diperoleh dengan menggunakan tekanan 300 bar (30 MPa) pada suhu 40 °C menghasilkan bobot fukosantin 0,00130 $\mu\text{g}/\text{g}$ sampel, sedangkan ketika suhu ditingkatkan menjadi 50 °C pada tekanan yang sama kandungannya menurun menjadi 0,00103 $\mu\text{g}/\text{g}$ sampel. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 40 °C merupakan suhu terbaik untuk mengekstraksi senyawa fukosantin jika menggunakan tekanan 300 bar (30 MPa). Namun hasil rendemen yang diperoleh pada perlakuan suhu 50 °C masih jauh lebih baik bila dibandingkan dengan hasil yang dilakukan oleh Mutton *et al.* (2010).

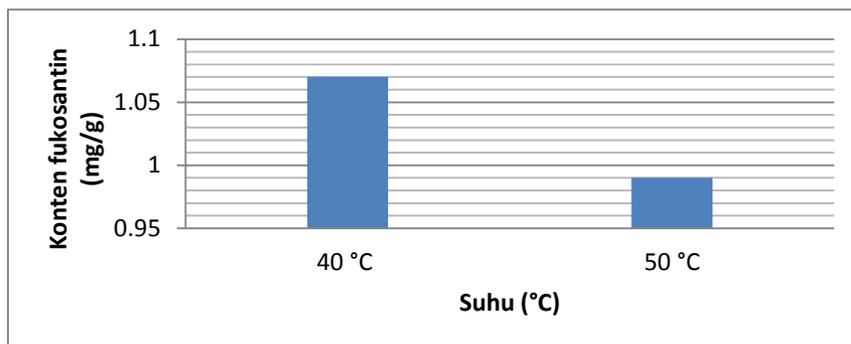
Mutton *et al.* (2010) melakukan ekstraksi superkritik fukosantin pada mikroalga *Phaeodactylum tricornotum* dengan faktor suhu 50 °C pada tekanan 300 bar (30 MPa). Faktor yang digunakan sama dengan salah satu faktor yang digunakan pada penelitian ini. Hasil rendemen yang diperoleh adalah sebesar 0,6%. Nilai rendemen yang dihasilkan jauh lebih rendah dibandingkan dengan rendemen pada penelitian ini. Padahal, mikroalga *Phaeodactylum tricornotum* merupakan salah satu jenis diatom yang memiliki jumlah dinding sel (silika) jauh lebih rendah dibandingkan dengan *Chaetoceros gracilis*. Silika merupakan salah satu faktor yang menghambat dalam proses ekstraksi senyawa aktif dari golongan diatom. Oleh karena itu, proses ekstraksi superkritik yang dilakukan pada penelitian ini masih jauh lebih baik bila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada *Phaeodactylum tricornotum* dan rumput laut.

5.3 Analisis Kuantitatif Fukosantin

Penentuan nilai fukosantin yang terkandung pada ekstrak SFE dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan melihat nilai absorbansi dengan menggunakan rumus. Rumus penghitungan fukosantin mengacu pada penelitian Seely *et al.* (1972). Berikut ini merupakan rumus perhitungan bobot fukosantin.

$$\text{Fukosantin (mg/g)} = A_{470} - 1,239 (A_{631} + A_{581} - 0,3 \times A_{664}) - 0,0275 \times A_{664}/141$$

Dari proses ekstraksi yang dilakukan, diperoleh nilai kuantitatif fukosantin dari pembacaan nilai absorbansi. Pembacaan nilai absorbansi filtrat ekstraksi suhu 40 °C menghasilkan nilai bobot fukosantin sebesar 1,07 mg/g, sedangkan dengan suhu 50 °C diperoleh bobot fukosantin sebesar 0,99 mg/g. Nilai bobot fukosantin suhu 50 °C lebih rendah dibandingkan dengan suhu 40 °C. Ini dapat dikarenakan suhu 50 °C dapat mengakibatkan terjadinya degradasi kandungan senyawa aktif pada sampel termasuk fukosantin. Kandungan fukosantin yang diperoleh lebih besar jika dibandingkan fukosantin yang dihasilkan dari rumput laut. Umumnya nilai fukosantin rumput laut cokelat hanya berkisar pada kisaran 0,59 mg/g sampai dengan 1,01 mg/g (Song *et al.* 2013). Perbandingan nilai fukosantin pada berbagai suhu disajikan pada gambar 6. Nilai fukosantin *Chaetoceros gracilis* yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan rumput laut.



Gambar 6 Bobot fukosantin pada berbagai suhu

Fukosantin merupakan pigmen yang tergolong ke dalam golongan karotenoid. Pada *Chaetoceros gracilis*, fukosantin berperan sebagai senyawa pigmen yang berkorelasi dengan proses fotosintesis. Karotenoid sendiri digolongkan ke dalam senyawa terpenoid. Kandungan senyawa aktif terpenoid memiliki beberapa khasiat dalam dunia farmasi seperti antimikroba, inhibitor tumor, anti-diabetes, antimalarial (Peng *et al.* 2011). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti-peneliti sebelumnya. Selain fukosantin, senyawa aktif yang terdapat pada biomassa dan ekstrak *Chaetoceros gracilis* adalah alkaloid dan steroid (Setyaningsih 2010). Oleh karena itu, *Chaetoceros gracilis* berpotensi sebagai salah satu sumber biofarmasi pada level industri.

VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Biomassa kering terbesar terdapat pada kultivasi 80 Liter dengan jumlah biomassa 13,77 g dan rendemen 0,17 g/L. Bobot ekstrak, rendemen dan bobot fukosantin terbesar terdapat pada perlakuan suhu 40 °C sebesar 0.115 g, 2.365% dan 1.07 mg/g. Suhu 40 °C merupakan suhu terbaik dalam mengekstraksi senyawa aktif karotenoid fukosantin menggunakan ekstraksi superkritik. Komponen aktif penyusun fukosantin adalah terpenoid, sedangkan *Chaetoceros gracilis* mengandung alkaloid, steroid, asam amino dan karbohidrat. *Chaetoceros gracilis* berpotensi sebagai sumber penghasil karotenoid fukosantin dibandingkan rumput laut cokelat.

6.2 Saran

Perlu dilakukan proses pre-treatment sebelum melakukan proses ekstraksi superkritik agar hasil yang diperoleh lebih baik. Selain itu, perlu dilakukan pula proses pemurnian ekstrak *Chaetoceros gracilis* agar diperoleh senyawa aktif yang lebih murni. Variasi perlakuan proses ekstraksi perlu dilakukan kembali seperti pengaruh perbedaan tekanan, *flow rate* CO₂ dan penggunaan *co-solvent* untuk menemukan proses yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

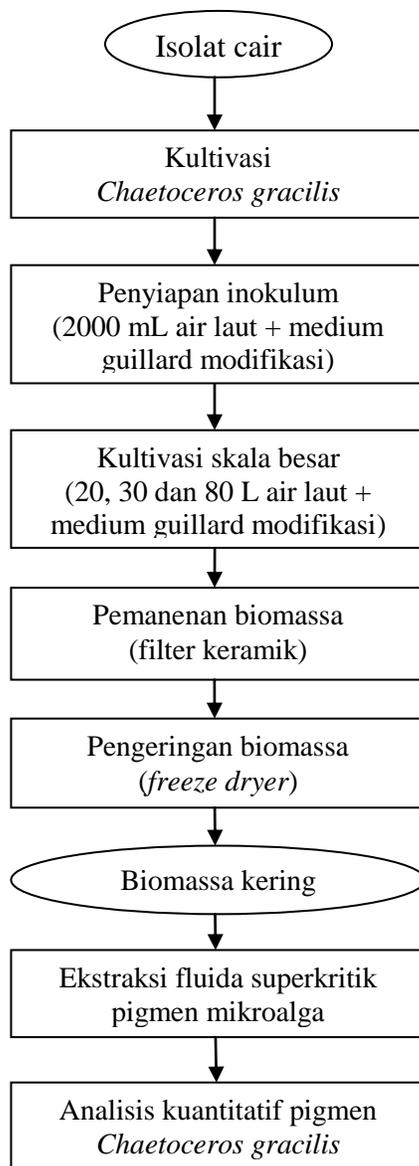
- Araujo SC, Garcia VMT. 2005. Growth and biochemical composition of the diatom *Chaetoceros cf. wighamii* brightwell under different temperature, salinity, and carbon dioxide levels. Protein, carbohydrates and lipids. *Aquaculture* 246: 405-412.
- Dean JR and S Khundker. 1997. Extraction of Pharmaceuticals Using Pressured Carbon Dioxide. *Journal Phar. Biomed. Analy.* V (15): 875-886. Elsevier. <http://www.sciencedirect>. [21 Oktober 2013].
- Dewi, KH. 2008. Kajian Ekstraksi Steroid Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) Sebagai Sumber Testosteron Alami [Disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Hugh MA, Krukoni VJ. 1993. *Supercritical Fluids Extractions Principle and Practice*. Butterworth-Heinemann. London.
- Ibañez E, Miguel H, Jose AM, María CP. 2012. Extraction and Characterization of Bioactive Compounds with Health Benefits from Marine Resources: Macro and Micro Algae, Cyanobacteria, and Invertebrates. M. Hayes (ed.), *Marine Bioactive Compounds: Sources, Characterization and Applications*, DOI 10.1007/978-1-4614-1247-2_2.
- Ishida BK, Ma JC, Chan BG, Bartley GE, Grossman JN. 2001. A modified method for simple, rapid HPLC analysis of lycopene isomers. *Dalam: Leenawaty Limantara, Heriyanto & Eugenius Sadtono (Ed.). Jurnal Kelautan*, Ma Chung University, Malang. Juni 2011. Vol. 16 (2) 86-84.

- Isnansetyo A, Kurniastuti. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Yogyakarta : Kanisius. 116 halaman.
- Khichnavaruk S, Loataweesup W, Powtongsook S, Pavasanti P. 2005. Optimal growth conditions and the cultivation of *Chaetoceros gracilis* in airlift photobioreactor. *Chemical Engineering Journal* 105 91–98.
- Kim SM, Kang SW, Kwon ON, Chung DH, Pan CH. 2012. Fukoxanthin as a Major Carotenoid in *Isochrysis* aff. *galbana* : Characterization of Extraction for Commercial Application. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 55, 477-483.
- Lailati N. 2007. Metode ekstraksi dan uji aktivitas antibakteri dari ekstrak *Chaetoceros gracilis* [Skripsi]. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Limantara L, Heriyanto. 2010. Studi Komposisi Pigmen dan Kandungan Fukosantin Rumput Laut Coklat dari Perairan Madura dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Ilmu Kelautan*, 15(1): 23-32.
- Mutton RJ, Charlton A, Ellis D. 2010. Liquid and supercritical CO₂ extraction of pigments from microalga. *Bangor University Journal*.
- Nontji A. 2006. *Tiada Kehidupan Di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi. 248 hal.
- Ong CP, HK Lee and SFY Li. 1990. Supercritical Fluid Extraction and Chromatography of Cholesterol in Food Samples. *Journal Chromatography*. <http://www.sciencedirect>. [21 Oktober 2013].
- Patel RN, Santanu B dan Anuradda G. 2005. Extraction of Cashew (*Anacardium occidentale*) Nut Shell Liquid Using Supercritical Carbon Dioxide. *Journal Bior. Tech*. Elsevier. <http://www.sciencedirect>. [21 Oktober 2013].
- Peng JY, Jian PW, Chou F, Wang JH. 2011. Fukoxanthin, a Marine Carotenoid Present in Brown Seweeds and Diatoms : Metabolism and Bioactivities Relevant to Human Health. *Mar. Drugs*, 9, 1806-1828.
- Quitain AT, Takahisa K, Mitsuru S, Motonobu G. 2013. Supercritical carbon dioxide extraction of fucoxanthin from *Undaria pinnatifida*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 5792-5797.
- Renaud SM, Thinh LV, Lambrinidis G, Parry DL. 2002. Effect of temperature on growth, chemical composition and fatty acid composition of tropical Australian microalgae grown in batch culture. *Aquaculture* 211:195-214.
- Rizvi SS. 1999. *Supercritical Fluids Processing of Food and Biomaterials*. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland.

- Roh MK, Uddin MS, Chun BS. 2008. Extraction of fucoxanthin and polyphenol from *Undaria pinnatifida* using supercritical carbon dioxide with Co-solvent. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 13: 724-729.
- Saputera. 2008. Karakterisasi Biji Kamarandah (*Croton tiglium* L.) dan Pengembangan Teknologi Proses Ekstrak Terstandar Sebagai Bahan Laksatif. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Seeley GR, Duncan MJ, Vidaver WE. 1972. Preparative and analytical extraction of pigments from brown algae with dimethyl sulfoxide. *Mar. Biol.* 12: 184-188.
- Setyaningsih I. 2010. Kultivasi dan Karakterisasi Komponen Aktif dan Nutrisi dari Mikroalga Laut *Chaetoceros gracilis*. [Disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Song X, Ke W, Linglin W, Aifen L, Qiang H, Chengwu Z. 2013. Production, characterization, and antioxidant activity of fucoxanthin from the Marine Diatom *Odontella aurita*. *Mar. Drugs*, 11, 2667-2681.
- Sumbono A. 2010. *Kromatografi Cair-Spektrometri Massa*. [terhubung berkala]. <http://ecimansorong.blogspot.com/2010/05/normal-0-false-false-false-en-us-x-none.html>. [17 Januari 2014].
- Sun YP. 2002. *Supercritical Fluids Technology in Material Science and Engineering Synthesis, Properties and Applications*. Marcel Dekker, Inc. Madison Avenue, New York. USA
- Xu J, Shubing C dan Qihui H. 2004. Antioxidant Activity of Brown Pigment and Extracts from Black Sesame Seed (*Sesamum indicum* L). *Food Research Inter.* V (39): 343-329. <http://sciencedirect.com> [21 Oktober 2013].

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tahapan pelaksanaan PKM P



Lampiran 2 Rancangan biaya pelaksanaan kegiatan PKM P

No	Sasaran biaya	Jumlah (Rp)
1	Biaya pengadaan bahan habis pakai	Rp3,317,000.00
2	Baiaya analisis	Rp3,850,000.00
3	Biaya lainnya	Rp2,000,000.00
4	Biaya tak terduga	Rp1,333,000.00
Total		Rp10,500,000.00

Lampiran 3 Realisasi Biaya Pelaksanaan PKM P

No	Sasaran biaya	Jumlah (Rp)
1	Biaya alat dan bahan habis pakai	Rp 4,243,720.00
2	Biaya analisis penelitian	Rp 2,211,000.00
3	Biaya pengeluaran lainnya	Rp 2,161,200.00
Total		Rp 8,615,920.00

Lampiran 4 Dokumentasi kegiatan

Kultivasi *Chaetoceros gracilis*

(a)



(b)



(c)

Gambar 7 Kultivasi di akuarium
(a) 30 Liter, (b) 80 Liter, (c) 20 Liter

Pemanenan *Chaetoceros gracilis*

Gambar 8 Pemanenan sel

Biomassa kering

(a)



(b)



(c)

Gambar 9 Biomassa kering

(a) biomassa berbagai volume kultivasi, (b) sebelum ekstraksi, (c) setelah ekstraksi
(b)

APOTEK Afini
 Jl. Babakan Raya No. 149 Kampus Dalam
 Dramaga Bogor
 Telp. (0251) 8423701
 Apoteker : Dra. Nani Sumarni Wijaya
 SIPA : 19541225/SIPA-32.01/2013/2231
 SIA : 445.9/2966/APT/DISKES/2013

Tn./Ny.
 28/02/14

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
1	B-1		3500
1	B-12		3500
JUMLAH Rp.			7000

SEMOGA LEKAS SEMBUH

Obat yang telah dibeli tidak dapat dikembalikan

Paraf Petugas

APOTEK Afini
 Jl. Babakan Raya No. 149 Kampus Dalam
 Dramaga Bogor
 Telp. (0251) 8423701
 Apoteker : Dra. Nani Sumarni Wijaya
 SIPA : 19541225/SIPA-32.01/2013/2231
 SIA : 445.9/2966/APT/DISKES/2013

Tn./Ny. 02/03/2014

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
1	Kapas		13.500
JUMLAH Rp.			13.500

SEMOGA LEKAS SEMBUH

Obat yang telah dibeli tidak dapat dikembalikan

Paraf Petugas

GEBYAR Stationery
 Pusat Alat Tulis Kantor
 Jl. Babakan Raya No. 150
 Kampus Dalam IPB Dramaga - Bogor
 Telp. 0251 - 842994

No.
 02-03-2014

Banyaknya	Nama Barang	Harga	Jumlah
1	NOTA		8000
1	STAMP BUSA		8500
JUMLAH Rp.			16500

Tanda Terima:

Hormat Kami,

GEBYAR Stationery
 Pusat Alat Tulis Kantor
 Jl. Babakan Raya No. 150
 Kampus Dalam IPB Dramaga - Bogor
 Telp. 0251 - 842994

No.
 06/04/2014

Banyaknya	Nama Barang	Harga	Jumlah
2	stereofon	700	8.000
JUMLAH Rp.			8.000

Tanda Terima:

Hormat Kami,

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
2	Airator 2 L	37.500	75.000
4	Batu Aerasi	4.000	16.000
9 m	Setang	1.500	6.000
JUMLAH Rp.			97.000

Tanda terima

Hormat kami,

SOLUSI hardware electric
 hemat dan bersahabat...
 ✓ Menjual : macam2 obeng, palu, gembok, engsel, pisau, kunci pas, kunci sepeda, meteran, alat2 listrik, lampu, antena, kabel, roll kabel, sensor, dll.
 ✓ Servis elektronik
 ✓ Dipikah hasil

Phone : 08569836137 / 087781187137

Qty	Product	Price	Total
2	TL 20 m	14.000	28.000
JUMLAH Rp.			28.000

Tanda terima

02-04-2014

Suci Toko

SOLUSI hardware electric
 hemat dan bersahabat...
 ✓ Menjual : macam2 gembok, obeng, palu, kunci sepeda, kunci pas, meteran, instalasi listrik, kabel, lampu, antena, pipa angin, magnetron, oven, dispenser, remote TV, elektronik dll.
 ✓ Servis elektronik
 ✓ Dipikah hasil

Phone : 08569836137

Qty	Product	Price	Total
1	Terminal		21.000
JUMLAH Rp.			21.000

Tanda terima

Hormat kami,

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
4	Batu aerasi 3	4.000	16.000
JUMLAH Rp.			16.000

Tanda Terima

Hormat kami,

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
300 L	Air Laut (28 ppt)	Rp 700	210.000
20 g	NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O		208.640
20 g	NaMoO ₄ · 2H ₂ O		80.200
5 g	CoCl ₂ · 6H ₂ O		197.800
1	Pompa booster		350.000
1	gelas ukur 1 liter		300.000
1	filter keramik		100.000

Jumlah Rp. 1.446.640

Tanda terima Hormat kami,

Tuan Toko

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
1	Print Lap kemayoran		3200
15 buah	Magnear		15.000
8 buah	Magnetic splitter		80.000

Jumlah Rp. 98.200

Tanda terima Hormat kami,

11-06-2014
Tuan Toko

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
2 liter	Ethanol 96%	40.000	80.000
2 btl	Jerycan 1L	5.000	10.000
1 btl	String Bar		15.000
1 btl	Bottle	9.000	12.000

Jumlah Rp. 117.000

Tanda terima Hormat kami,

Tanda terima Hormat kami,
Toko "ANUGRAH LAB & CHEMICAL"
Laboratory Scientific Equipment, Chemical
Medical Biotechnology

03/3-2014
Tuan Toko

Biaya perjalanan ke UPI Ancol

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
	Ojek		38.000
	Ketika api		20.000
	Busway		3.500
	Angkot		17.000

Jumlah Rp. 78.500

Tanda Terima Hormat kami,

Toko BAKUKU BABAKAN TENGAH
Tuan Toko 12/1/14

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
2	mic AA-410	37500	75.000
4	Batu arcafi	4000	16.000

Jumlah Rp. 91.000

Tanda Terima Hormat kami,

Tuan Toko 25/3-2014

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
2	Aluminium foil	22.700	45400
1	Tisu Nice	8900	8900

Jumlah Rp. 54.300

Tanda Terima Hormat kami,

01-04-14
Tuan Toko

NOTA NO.

BANYAKNYA	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
2kg	Water glass	9000	18.000

Jumlah Rp. 18.000

Tanda terima Hormat kami,

