

TECHNOPRENEUR FERRO SULFAT DARI SCRAP BESI BENGKEL BUBUT BAGI SISWA SMK

Sunardi¹⁾, Maria Endah Prasadja¹⁾, Sutrisno²⁾

¹⁾Fakultas Teknik Universitas Setia Budi

²⁾Universitas Nahdlatul Ulama

Email : nardi_usb@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan dari kegiatan ini adalah siswa SMK mempunyai kemampuan wirausaha berbasis teknologi (Technopreneur). Target khusus dari kegiatan ini adalah siswa SMK mempunyai kemampuan memproduksi, mengemas dan memasarkan ferro sulfat dari scrap besi. Metode yang akan digunakan adalah perancangan alat, pelatihan pengolahan scrap besi menjadi ferro sulfat dan pemasarannya. Pengolahan scrap besi menjadi ferro sulfat dilakukan dengan mereaksikan scrap besi dengan asam sulfat 25%. Kristal yang dihasilkan disaring, dimurnikan, dikeringkan dan di kemas. Pemasaran dilakukan melalui pameran pendidikan, blog dan jejaring sosial. Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa: 1). Mitra 1 (SMK Mikael) mampu mengelola limbah scrap besi dengan cara memisahkan dengan limbah lain. 2). Mitra 2 (SMK Santo Paulus mampu memproduksi ferro sulfat dari scrap besi yang memenuhi syarat mutu menurut SNI 06-4888-1998.

Kata Kunci : Technopreneur, scrap besi, ferro sulfat.

A. PENDAHULUAN

Ferro sulfat heptahidrat adalah senyawa kimia yang mempunyai rumus $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Ferro sulfat heptahidrat juga disebut belerang hijau, *copperas*, atau *melanterite* suatu mineral yang terbentuk dari *pyrite*. Ferro(II) sulfat mempunyai warna biru kehijauan, struktur kristal monoklinik dan dapat larut dalam air. Titik lebur 64°C dan pada suhu 90°C air hidrasi hilang membentuk monohidrat, serbuk berwarna putih yang disebut mineral *szomolnokite* yang terjadi secara alami. Bentuk Ferro sulfat pentahidrat diperoleh dari mineral *siderotil* dan *pyrit* [1,2].

Senyawa ini dalam dunia medis digunakan untuk mengobati anemia yang disebabkan kekurangan zat besi. Di industri ferro sulfat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan sebagai koagulan dalam pemurnian air, bahan pembuat tinta, insektisida, dan sebagainya. Menurut Menteri Perindustrian MS. Hidayat, lebih dari 60 persen kebutuhan bahan kimia untuk industri di dalam negeri masih diimpor [3]. Hingga saat ini ferro sulfat heptahidrat belum diproduksi di Indonesia, kebutuhan dalam negeri dipenuhi dengan mengimport dari negara Amerika, Jepang dan Jerman [4].

Sementara itu, data dari Badan Pusat Statistik, menyebutkan bahwa tingkat pengangguran terbuka di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 6,8% atau 8,1 juta. Setiap tahun pengangguran ini tetap menjadi permasalahan yang harus dicarikan penyelesaiannya. Belum lagi kalau ditambah dengan jumlah pekerja yang tidak penuh (setengah menganggur dan paruh waktu) yang jumlahnya mencapai 34,19% dari jumlah angkatan kerja.

Kondisi tersebut di atas didukung pula oleh kenyataan bahwa sebagian besar lulusan sekolah cenderung lebih sebagai pencari kerja (*job seeker*) daripada pencipta lapangan pekerjaan (*job creator*). Hal ini kemungkinan disebabkan sistem pembelajaran yang diterapkan saat ini masih terfokus pada bagaimana menyiapkan para siswa lulus dan mendapatkan pekerjaan, bukannya lulusan yang siap menciptakan pekerjaan. Disamping itu, aktivitas kewirausahaan (*entrepreneurial activity*) yang relatif masih rendah. *Entrepreneurial activity* diterjemahkan sebagai individu aktif dalam memulai bisnis baru dan dinyatakan dalam persen

total penduduk aktif bekerja. Semakin tinggi indeks *Entrepreneurial activity* maka semakin tinggi *Entrepreneurship level* suatu negara [5].

Aspek Produksi dan Manajemen Wirausaha

Aspek produksi pembuatan ferro sulfat dari limbah besi adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan baku

Limbah besi dipisahkan dari kotoran-kotoran yang melekat seperti minyak dan debu. Pemisahan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan magnet agar bahan hanya limbah besi. Bahan lainnya yaitu asam sulfat 25% yang dibuat dari asam sulfat pekat dengan jalan pengenceran.

2. Pembuatan ferro sulfat

Memasukkan limbah besi yang telah dibersihkan ke dalam reaktor. Menambahkan asam sulfat 25% agar bereaksi dengan scrap besi membentuk ferro sulfat. Mengaduk agar reaksi berlangsung secara sempurna. Mengambil kristal yang terbentuk dengan cara disaring dengan pompa vakum kemudian dikeringkan dalam desikator.

3. Pemurnian

Melarutkan kristal ferro sulfat dalam aquades. Menyaring dengan pompa vakum. Filtrat (cairan) didinginkan hingga terbentuk kristal FeSO_4 dan mengeringkan dalam desikator.

Manajemen Wirausaha

Manajemen wirausaha yang akan diterapkan adalah *technopreneurship* melalui produksi ferro sulfat dari scrap besi bengkel bubut adalah mengerti proses produksi dari jasa/produknya, mengerti pemasaran sehingga bisa menentukan target pasarnya, bisa memimpin proses produksi, dan mengerti dasar-dasar akuntansi untuk mengetahui kondisi keuangan perusahaan.

Persoalan keberadaan sumberdaya

Persoalan keberadaan sumberdaya saat ini adalah :

- a. Ferro sulfat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan namun masih merupakan produk impor.
- b. Indonesia mempunyai bahan dasar untuk pembuatan ferro sulfat tetapi belum termanfaatkan secara maksimal seperti biji besi.
- c. Mitra 1, SMK St. Mikael menghasilkan limbah besi dari proses pembubutan tetapi belum bisa memanfaatkan secara maksimal.
- d. Mitra 2, SMK Kimia Industri Santo Paulus mempunyai kemampuan memproduksi bahan-bahan kimia, tetapi belum mengetahui proses pembuatan ferro sulfat dari scrap besi dan memasarkannya.

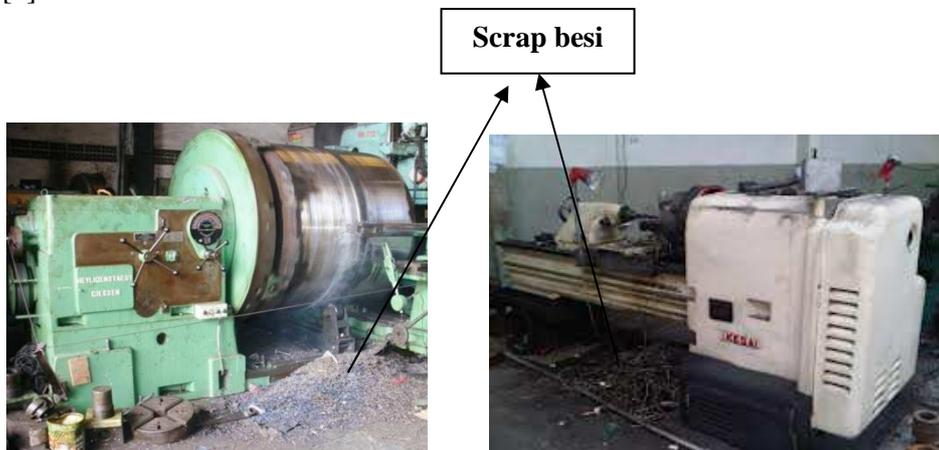
Sasaran I_bM ini adalah SMK St. Mikael dan SMK Santo Paulus. Kedua mitra tersebut mempunyai permasalahan yang berbeda. Jika kedua mitra dapat saling bekerja sama maka akan terwujud wirausaha berbasis teknologi (*technopreneur*) yang sehat dan saling melengkapi satu sama lainnya.

a). SMK St. Mikael

SMK Katolik St. Mikael Surakarta adalah sebuah sekolah menengah kejuruan di Surakarta, Indonesia. SMK Katolik St. Mikael Surakarta berada dibawah penyelenggaraan

Yayasan Karya Bakti Surakarta. SMK St. Mikael pada awalnya bernama STM Kanisius, didirikan pada tahun 1962 oleh Romo Wakkers SJ dengan dua jurusan yaitu : Mesin Umum dan Bangunan Gedung. Berdasarkan keputusan Dirjen Dikdasmen No. 001/c/Kep/1.86 ditetapkan sebagai sebagai STM swasta dengan status akreditasi DISAMAKAN dan pada waktu itu merupakan STM swasta pertama di Jawa Tengah yang berstatus disamakan. Saat ini SMK Katolik St. Mikael Surakarta hanya memiliki satu Program Keahlian yaitu Teknik Pemesinan (Mesin Perkakas) dengan 2 spesialisasi yaitu Mekanik dan Design (Perancangan).

Kegiatan praktik mesin bubut yang dilakukan SMK St. Mikael menghasilkan limbah berupa serpihan-serpihan (scrap). Limbah padat dari bengkel bubut selama ini kebanyakan dimanfaatkan untuk besi daur ulang dengan nilai ekonomi yang sangat rendah. Serbuk besi dari bengkel bubut yang berukuran sangat kecil biasanya tidak dimanfaatkan lagi, dibuang secara langsung dan hal ini menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan (Sunardi, 2009), Karena limbah ini bersifat korosif dan menyebabkan kesuburan tanah menurun. Apabila limbah bercampur dengan air, maka air tersebut akan tercemar. Kandungan Fe yang sangat tinggi di dalam air akan menyebabkan biota dalam air mati dan keseimbangan ekologi akan terganggu [6].



Gambar 1. Praktek mesin bubut

b). SMK Kimia Industri Santo Paulus

SMK Kimia Industri Santo Paulus didirikan tahun 1989 oleh Yayasan Santo Paulus Surakarta. Kompetensi yang dikembangkan antara lain melalui mata pelajaran kimia industri adalah mampu membuat bahan kimia yang digunakan di masyarakat dan berwirausaha. Namun SMK Santo Paulus belum memadukan wirausaha yang berbasis teknologi (*technopreneur*). Berdasarkan uraian permasalahan, situasi kedua mitra dapat diringkas dalam tabel 1.

Tabel 1. Situasi kedua mitra

No.	Mitra 1 (SMK St. Mikael)	Mitra 2 (SMK Santo Paulus)
1.	Mempunyai kompetensi dalam bidang mesin/perbengkelan	Mempunyai kompetensi dalam bidang kimia industri dan wirausaha
2.	Menghasilkan limbah dalam proses pembelajaran	Belum memadukan wirausaha berbasis teknologi
3.	Belum mengelola limbah dengan maksimal, hanya dijual dengan harga murah	Belum mempunyai wirausaha berbasis teknologi

Tujuan dari kegiatan ini adalah siswa SMK mempunyai kemampuan wirausaha berbasis teknologi (*Technopreneur*). Target khusus dari kegiatan ini adalah siswa SMK mempunyai kemampuan memproduksi, mengemas dan memasarkan ferro sulfat dari scrap besi.

B. SUMBER INSPIRASI

Ferro sulfat heptahidrat terutama dihasilkan dari hasil samping produksi titanium oksida [7, 8]. Ferro sulfat heptahidrat biasanya diproduksi dari besi yang direaksikan dengan asam sulfat pada kondisi operasi tertentu [9]. Bahan baku pembuatan garam ferro sulfat adalah senyawa ferro sulfat, Fe_2SO_4 . Selama ini ferro sulfat terbuat dari biji besi. Makin langkanya biji besi saat ini mendorong banyak pihak mulai melihat limbah besi karena memiliki Fe yang tinggi sebagai bahan pengganti biji besi.

Sebenarnya, di dalam limbah pun masih terdapat kandungan bahan berharga yang apabila di daur ulang dapat memberikan laba ekonomis yaitu dengan prinsip *reuse, recycle* dan *recovery*. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, limbah besi bengkel bubut dapat disintesis menjadi ferro sulfat berkadar 99%. Kadar ferro sulfat tersebut memenuhi syarat mutu yang ditetapkan dalam SNI 06-4888-1998 [10] dan syarat mutu yang ditetapkan dalam Farmakope Indonesia Edisi IV [11]. Pemanfaatan ferro sulfat dari limbah besi bengkel yang sudah dilakukan adalah sebagai tablet tambah darah dan memenuhi syarat mutu yang ditetapkan dalam Farmakope Indonesia Edisi IV [12].

Dengan adanya limbah besi yang melimpah dan ferro sulfat yang masih mengimpor merupakan peluang menciptakan wirausaha berbasis teknologi (*Technopreneur*) produksi ferro sulfat dari scrap besi. Hal tersebut merupakan potensi pemanfaatan limbah berbahaya dan beracun menjadi bahan bermanfaat dan *marketable* karena hasil olahan berkadar tinggi dan berbahan dasar lokal.

C. METODE

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan kedua mitra, maka solusi yang ditawarkan adalah bekerja sama dan bersinergis dalam upaya menangani scrap besi dan menciptakan wirausaha berbasis teknologi (*technopreneur*). Mitra 1 sebagai penyedia bahan baku (scrap besi), sedangkan mitra 2 mengolah scrap besi dari mitra 1 menjadi ferro sulfat dan memasarkan. Secara detail solusi yang ditawarkan adalah :

SMK St. Mikael (Mitra 1)

No.	Masalah	Solusi
1.	Menghasilkan limbah dalam proses pembelajaran	- Memilah/memisahkan scrap yang dihasilkan menurutnya jenisnya
2.	Belum mengelola limbah dengan maksimal, hanya dijual dengan harga murah	- Membersihkan scrap dari kotoran - Sebagai pemasok bahan baku untuk SMK Kimia Industri Santo Paulus

SMK Kimia Industri Santo Paulus (Mitra 2)

No.	Masalah	Solusi
1.	Belum memadukan wirausaha berbasis teknologi	Memanfaatkan scrap besi dari SMK St. Mikael sebagai <i>Technopreneur</i> produksi ferro sulfat dari scrap besi
2.	Belum mempunyai wirausaha berbasis teknologi	Bantuan alat produksi ferro sulfat. Alat ini dirancang dengan kapasitas 5 kg agar dapat digunakan untuk <i>technopreneur</i> . Alat terbuat

3. Pemasaran dari *stainless steel*, tahan terhadap asam sulfat. Melalui pameran pendidikan, website, blog dan media sosial
-

Metode pendekatan yang dilakukan untuk merealisasikan tujuan dari program pelaksanaan IbM yaitu :

1. Melakukan observasi terhadap bahan baku pada mitra 1 dan tempat / laboratorium pada mitra 2.
2. Menjelaskan proses produksi ferro sulfat dari scrap besi.
3. Menjelaskan alat yang telah dirancang oleh dosen dan mahasiswa Teknik Kimia.
4. Menyesuaikan perancangan peralatan produksi dengan kebutuhan mitra agar tepat dan sesuai.
5. Pembuatan alat produksi ferro sulfat dari scrap besi.
6. Penerapan alat untuk memproduksi ferro sulfat dari scrap besi.

D. KARYA UTAMA

Kegiatan pengabdian ini adalah melatih siswa SMK untuk melakukan pengolahan scrap besi bengkel bubut menjadi ferro sulfat yang kualitasnya jauh lebih baik dibandingkan dengan jerami. Selain itu dilakukan pengolahan limbah kandang menjadi pupuk organik

E. ULASAN KARYA

1. Penyuluhan dan Pelatihan

Kegiatan praktik mesin bubut yang dilakukan SMK St. Mikael menghasilkan limbah berupa serpihan-serpihan (scrap).



Gambar 2. Praktek bengkel bubut SMK Mikael

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan dengan berdiskusi dengan Mitra 1 dan mempertimbangkan kemampuan tim pelaksana IbM, maka permasalahan yang diprioritaskan untuk diatasi melalui kegiatan ini adalah penanganan limbah yang dihasilkan dari bengkel bubut.

Solusi yang ditawarkan adalah memilah/memisahkan scrap yang dihasilkan menurutnya jenisnya. Kegiatan yang dilakukan adalah penyuluhan penanganan limbah besi dan pemanfaatannya. Kegiatan ini bertujuan limbah yang dihasilkan dari bengkel bubut dapat dipilah berdasarkan jenisnya yaitu logam dan non logam. Limbah padat dari bengkel bubut selama ini dijual dengan harga Rp. 3000,-.

Logam besi dipisahkan tersendiri untuk dijadikan bahan baku pembuatan ferro sulfat. SMK Mikael dapat berperan sebagai pemasok bahan baku untuk SMK Santo Paulus untuk pembuatan ferro sulfat.



Gambar 3. Limbah besi yang telah dipisahkan



Gambar 4. Penyuluhan penanganan limbah besi dan pemanfaatannya menjadi ferro sulfat di SMK Mikael.

Limbah besi bengkel bubut yang berasal dari SMK Mikael digunakan sebagai bahan baku pembuatan ferro sulfat oleh SMK Santo Paulus. Kegiatan yang dilakukan adalah penyuluhan dan pelatihan pembuatan ferro sulfat dari limbah besi bengkel bubut. Pembuatan ferro sulfat dari limbah besi bengkel adalah sebagai berikut:

1. Dua puluh lima (25) gram limbah besi dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL.
2. Seratus (100) mL asam sulfat 25% ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Reaksi dilakukan dalam lemari asam.
3. Larutan disaring dengan menggunakan kertas saring.
4. Filtrat didinginkan dalam lemari es.
5. Kristal disaring kemudian dikeringkan dalam desikator.

6. Kristal dikemas dalam botol



Gambar 5. Rangkaian pembuatan Ferro sulfat dari limbah besi

2. Peranagkaian alat dan Pelatihan

Kegiatan ini bertujuan menciptakan mesin pengolah limbah besi yaitu sebagai mengolah limbah besi menjadi ferro sulfat. Mesin ini memiliki desain yang kokoh dan kapasitas 5 kg menggunakan motor 1/2 HP sehingga sangat membantu mitra 2 dalam hal teknologi tepat guna. Dengan menggunakan mesin ini maka akan dihasilkan produk ferro sulfat dengan cepat dan memiliki kualitas yang baik, sehingga produktivitas dapat ditingkatkan.

Mesin pengolah limbah besi yang dibuat memiliki konstuksi yang sederhana, aman, dan teknologinya mudah dipahami, sehingga mudah dioperasikan oleh SMK.

Langkah-langkah dalam pembuatan mesin pengolah limbah adalah:

- a. Membuat gambar kerja mesin
- b. Membuat jadwal kerja
- c. Menyiapkan bahan-bahan untuk pembuatan mesin
- d. Membuat bagian-bagian mesin
- e. Merakit bagian-bagian mesin
- f. Menguji coba dan menyempurnakan mesin
- g. Mengukur kinerja mesin dari segi kemudahan, keamanan dan kecepatan proses produksi sesuai fungsinya.



Gambar 6. Alat pengolah limbah besi

Pelatihan yang diberikan kepada mitra mempunyai tujuan untuk memberikan tambahan pengetahuan dan keterampilan dalam rangka meningkatkan produktivitas pembuatan ferro sulfat. Pelatihan yang dimaksud sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh mitra yaitu desain grafis, desain web, dan manajemen usaha. Langkah-langkah dalam pelaksanaan pelatihan ini adalah :

- a. Merumuskan materi pelatihan yang relevan
- b. Membuat jadwal pelatihan
- c. Menyiapkan alat dan bahan pelatihan.
- d. Pembagian tugas Instruktur
- e. Pelaksanaan pelatihan
- f. Melaksanakan evaluasi

Pelatihan manajemen usaha dilaksanakan selama 3 kali pertemuan dimana setiap pertemuan dilaksanakan selama 5 jam, namun apabila masih diperlukan maka akan dilakukan penambahan waktu. Pelatihan ini bertujuan untuk :

- a. Meningkatkan pengetahuan dan jiwa wirausaha para pengrajin.
- b. Meningkatkan kemampuan pembukuan usaha.
- c. Meningkatkan pengetahuan dan kemampuan manajemen usaha terutama manajemen pemasaran dalam rangka meningkatkan pendapatan usaha.

Pelatihan manajemen usaha yang akan dilaksanakan berisi antara lain : pelatihan kewirausahaan, pelatihan pembukuan usaha kecil/menengah, dan pelatihan manajemen pemasaran. Secara rinci tahap-tahap pelatihan tersebut adalah:

- a. Pelatihan kewirausahaan dengan materi:
 - (1) Pengenalan ciri-ciri dan watak wirausaha
 - (2) Strategi menangkap peluang besar
 - (3) Penyusunan rencana bisnis

b. Pelatihan pembukuan usaha kecil/menengah

Pelatihan manajemen pemasaran meliputi:

- (1) Strategi penentuan harga
- (2) Promosi penjualan
- (3) Strategi menghadapi persaingan
- (4) Packing dan labeling

F. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini memberikan manfaat untuk siswa SMK. Sekolah dan siswa SMK sangat mendukung kegiatan dan sangat antusias mengikuti semua kegiatan. Kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Mitra 1 (SMK Mikael) telah mampu mengelola limbah scrap besi dengan cara memisahkan limbah scrap besi.
2. Mitra 2 (SMK Santo Paulus) mampu memproduksi ferro sulfat dari scrap besi SMK Mikael yang memenuhi syarat mutu Ferro Sulfat menurut SNI 06-4888-1998.

G. DAMPAK DAN MANFAAT KEGIATAN

Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi siswa SMK, antara lain :

1. Memberikan pemahaman tentang techpreneur.
2. Meningkatkan ketrampilan siswa SMK dalam hal teknologi pengolahan limbah besi dalam rangka pembuatan ferro sulfat.
3. Meningkatkan nilai ekonomi limbah besi.
4. Memberikan alternatif pemecahan masalah dalam hal pencemaran lingkungan.
5. Memberikan alternatif pemecahan masalah limbah besi yang menumpuk

H. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Ferrow E., Mannerstrand M., Sjoberg B. Reaction Kinetics and Oxidation Mechanisms of the Conversion of Pyrite to Ferrous Sulphate: AMo'ssbauer Spectroscopy Study. *Hyperfine Interactions*. 2005; 109-119.
- (2) Anonim. [http://en.wikipedia.org/wiki/Iron\(II\)_sulfate](http://en.wikipedia.org/wiki/Iron(II)_sulfate). 23 April 2013.
- (3) Kompas. http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2012/04/30/09354944/Limbah.Impor.Banjiri.Pelabuhan?utm_source=WP&utm_medium=Ktpidx&utm_campaign=Limbah%20Impor. 30 April 2012.
- (4) Wijaya, I. B. *Prarancangan Pabrik Ferro Sulfat Heptahidrat dari Besi dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 25.000 Ton per Tahun*. Surakarta: UMS. 2010.
- (5) Dirjen Belmawa. *Pedoman Mawasiswa Wirausaha (PMW)*. Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Jakarta. 2015.
- (6) Sugiharto. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI-Press. 1987.

- (7) Kanari, N., Evrad, O., Neveux, N., Ninane, L. Recycling Ferrous Sulfate via Super-Oxydant Synthesis. *JOM*.2001; 32-33.
- (8) Kirk, R.E., Othmer, D.F. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: Interscience Publishing Inc. 1982.
- (9) Faith, Keyes, Clark. *Industrial Chemical*. New York: John Wiley and Sons Inc. 1975.
- (10) Sunardi. Pembuatan Ferro Sulfat Berkadar Tinggi dari Limbah Besi Bengkel Bubut. *Ekosains*.2009. Vol 1 No. 03;26-30.
- (11) Sunardi. Potensi Penggunaan Ferro Sulfat dari Limbah Besi Bengkel Bubut sebagai Sediaan Bahan Farmasi. *Majalah Farmasi Indonesia*. 2009; 151-155.
- (12) Sunardi, Kuncahyo I, Soebiyanto, Hadi S. *Patent No. P0020121040*. Indonesia. 2012.

PENGHARGAAN

Kegiatan ini merupakan bagian dari kegiatan pengabdian masyarakat program IbM. Terima kasih disampaikan kepada DIKTI yang telah memberikan dana kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada tahun 2014 melalui program IbM dengan judul IbM Technopreneur Ferro Sulfat dari Limbah Besi Bengkel Bubut Untuk Siswa SMK. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Sekolah SMK St. Mikael dan Kepala Sekolah SMK Santo Paulus yang telah memberikan ijin dan dukungannya sehingga kegiatan berjalan dengan lancar.