

ISBN. 978-602-60766-7-0

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENELITIAN & PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (SNP2M) 2019 (TEKNOLOGI & SOSIAL SAINS)

“Sinergisitas Pendidikan Tinggi, Pemerintah dan Dunia Industri
Mendorong Penelitian Inovatif”



UNIT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR, 2 - 3 NOVEMBER 2019

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PENELITIAN & PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT (SNP2M) 2019
(TEKNOLOGI DAN SOSIAL SAINS)

ISBN. 978-602-60766-7-0

Pelindung / Penanggung Jawab

Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D.

Ketua Penyunting

Ir. Suryanto, M.Sc. Ph.D.

Sekretaris

Nahlah, S.Si., M.Si

Penyunting Ahli

Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.

Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T

Dr. Ir. Muhammad Suradi, M.Eng.Sc.

Dr. Ir. Firman, M.T.

A.M Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Dr. Bahri S.E., M.Si.

Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P., M.Si.

Drs. Mastang, M.Hum.

Administrasi

Sulasmi, S.Sos

Layout & IT

Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.

Alamat Redaksi

Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Lt.2 Gedung Adm Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan km.10 Tamalanrea, Makassar 90245.

Telp. (0411) 585 365

Email : snp2m@poliupg.ac.id

Website: <http://snp2m.poliupg.ac.id/2019>

PRODUKSI MARGARIN COKLAT DARI MINYAK BIJI MANGGA

Abigael Todingbua¹⁾, Fajriyati Mas'ud¹⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Mango seeds kernel contain 20-37% of edible oil and high polyphenols, so that it have the potential to be developed as functional food, and contain high solid oils so it can be developed for margarine products. The purpose of this study was to produce margarine from mango seed kernel oil, and to know the physicochemical properties of the margarine produced. The study was conducted 2 stages, namely extraction of mango seed oil and production of margarine from mango seed oil using palm oil as a liquid phase. The results showed that the best percentage ratio between mango seed oil and palm oil to produce margarine was 70:30. The physicochemical properties of the product are reddish yellow (YR), texture (35.70), acid number 3.04 mgKOH/g, moisture content 28.82%, fat content 31.04%, and water activity 0.81. This research showed that the maceration method of seed mango oil using ethanol, and the production of margarine from mango seed oil is fisible.

Keywords: brown margarine, mango seed oil, maceration, ethanol

1. PENDAHULUAN

Buah mangga (*Mangifera Indica* L.) termasuk salah satu jenis buah musiman, merupakan buah yang dapat tumbuh di daerah tropis [1]. Buah mangga mengandung biji dan terdapat bagian yang berupa kernel. Biji mangga selama ini hanya sebagai limbah, padahal kernel biji mangga mengandung lemak, yang merupakan salah satu sumber minyak nabati yang belum banyak disentuh. Kernel biji mangga mengandung asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat [2]. Asam-asam lemak tersebut dibutuhkan oleh tubuh manusia. Kandungan asam stearat yang tinggi pada minyak kernel biji mangga membuat minyak tersebut berpotensi diolah sebagai bahan baku untuk pengolahan dan pengembangan produk pangan.

Kajian gizi dan toksikologi dari kernel biji mangga menunjukkan bahwa minyak kernel biji mangga merupakan sumber minyak nabati yang aman, serta bergizi dan tidak beracun, sehingga bisa menggantikan lemak padat tanpa efek samping [3]. Beberapa hasil penelitian terkait minyak kernel biji mangga antara lain adalah biji mangga mengandung minyak 87,1±0,08 g/kg, asam lemak jenuh 55,9% dengan asam stearat 44,35%, variabel proses penelitian ini yaitu sebanyak 15 g bubuk kernel biji mangga diekstraksi dengan 250ml n-hexane selama 8 jam [1]. Rendemen minyak biji mangga 37,1% dari hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol, variabel proses penelitian ini yaitu ekstraksi minyak kernel biji mangga menggunakan Soxhlet: sebanyak 20 g (berat kering) bubuk kernel biji mangga dengan 300 mL etanol 95% selama 2 sampai 8 jam, suhu selama ekstraksi Soxhlet diatur pada 70° C [4]. Laporan hasil penelitian lainnya yaitu biji mangga mengandung 44-48% asam lemak jenuh dan 52-56% asam lemak tak jenuh, dengan asam stearat sebanyak 37,73%, variabel prosesnya yaitu sebanyak 50 g bubuk kernel biji mangga diekstraksi dengan 300ml n-heksana kemudian dipanaskan pada 70 ° C selama 8 jam dengan menggunakan alat Soxhlet [5].

Guna memperoleh minyak biji mangga maka dilakukan proses ekstraksi, yaitu istilah yang digunakan untuk setiap proses dimana komponen-komponen (zat) dalam suatu bahan berpindah ke dalam cairan lain (pelarut). Metode paling sederhana untuk mengekstraksi padatan adalah mencampurkan seluruh bahan dengan pelarut, lalu memisahkan larutan dengan padatan tidak terlarut. Teknik ekstraksi yang tepat berbeda untuk masing-masing bahan. Hal ini dipengaruhi oleh tekstur kandungan bahan dan jenis senyawa yang ingin didapat [6]. Penggunaan metode ekstraksi yang dilakukan bergantung pada beberapa faktor, yaitu tujuan dilakukan ekstraksi, skala ekstraksi, sifat-sifat komponen yang akan diekstraksi, dan sifat-sifat pelarut yang akan digunakan [7]. Salah satu metode ekstraksi insektisida nabati yang dapat digunakan adalah metode maserasi. Proses ekstraksi dengan metode maserasi dilakukan dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada suhu ruang [8]. Keuntungan cara ini mudah dan tidak perlu pemanasan sehingga kecil kemungkinan bahan alam menjadi rusak atau terurai. Pemilihan pelarut berdasarkan kelarutan dan polaritasnya memudahkan pemisahan bahan alam dalam sampel. Pengerjaan metode maserasi yang lama dan keadaan diam selama maserasi memungkinkan banyak senyawa yang akan terekstraksi [9].

¹ Korespondensi penulis: Abigael Todingbua', Telp. 081284127490, abigaelt@yahoo.co.id

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi adalah: 1) Temperatur operasi, semakin tinggi temperatur, laju pelarutan zat terlarut oleh pelarut semakin tinggi dan laju difusi pelarut ke dalam serta keluar padatan, semakin tinggi pula; 2) Waktu ekstraksi, lamanya waktu ekstraksi mempengaruhi volume ekstrak yang diperoleh. Semakin lama waktu ekstraksi semakin lama juga waktu kontak antara pelarut dengan bahan sebagai padatan sehingga semakin banyak zat terlarut yang terkandung di dalam padatan yang terlarut di dalam pelarut; 3) Ukuran, bentuk dan kondisi partikel padatan: minyak pada partikel organik biasanya terdapat di dalam sel-sel. Laju ekstraksi akan rendah jika dinding sel memiliki tahanan difusi yang tinggi. Pengecilan ukuran partikel ini dapat mempengaruhi waktu ekstraksi. Semakin kecil ukuran partikel berarti permukaan luas kontak antara partikel dan pelarut semakin besar, sehingga waktu ekstraksi akan semakin cepat; 4) Jenis pelarut, pada proses ekstraksi banyak pilihan pelarut yang dapat digunakan. Semakin banyak jumlah pelarut semakin banyak pula jumlah produk yang akan diperoleh, hal ini dikarenakan distribusi partikel dalam pelarut semakin menyebar, sehingga memperluas permukaan kontak, dan perbedaan konsentrasi solute dalam pelarut dan padatan semakin besar [10].

Pelarut sangat mempengaruhi proses ekstraksi. Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain: 1) Selektivitas, melarutkan semua zat yang diekstrak dengan cepat dan sempurna; 2) Titik didih pelarut harus mempunyai titik didih yang cukup rendah sehingga pelarut mudah diuapkan tanpa menggunakan suhu tinggi pada proses pemurnian dan jika diuapkan tidak tertinggal dalam minyak; 3) Pelarut tidak larut dalam air; 4) Pelarut bersifat inert sehingga tidak bereaksi dengan komponen lain; 5) Harga pelarut semurah mungkin. Pada umumnya pelarut yang sering digunakan adalah etanol karena etanol mempunyai polaritas yang tinggi sehingga dapat mengekstrak minyak pada biji mangga lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik yang lain. Pelarut yang mempunyai gugus karboksil (alkohol) termasuk dalam pelarut polar. Etanol mempunyai titik didih yang rendah dan cenderung aman. Etanol juga tidak beracun dan berbahaya [11].

Minyak yang dihasilkan dari ekstraksi biji mangga berbentuk semi padat sehingga potensial diolah menjadi produk olesan menyerupai margarin. Margarin merupakan produk makanan berbentuk emulsi campuran air di dalam minyak, yaitu sekitar 16% air di dalam minimal 80% minyak atau lemak nabati yang menyerupai mentega dalam hal kenampakan, sifat-sifat dan komposisi yang terdiri atas dua fase yaitu fase kontinyu dan fase terdispersi dengan *emulsifier* pada kondisi tertentu. Fase lemak margarin biasanya adalah campuran antara lemak lunak dan lemak atau antara campuran minyak nabati dan lemak padat seperti stearin sawit [12].

Salah satu metode yang digunakan untuk menghindari terbentuknya isomer trans tersebut adalah dengan cara mencampurkan satu jenis minyak dengan jenis minyak lain sebagai bahan dasar margarin, misalnya mencampurkan minyak sawit dengan minyak inti sawit dengan penambahan stearin. Fase minyak dari margarin biasanya terdiri dari minyak (30-79,5%), *emulsifier* (0,1-0,5%), lesitin (0-0,3%), pewarna (- karoten), perisa (*flavouring*) dan vitamin. Fase cair mengandung air, garam 1,0-2,0%, padatan susu (*whey*, susu bubuk tanpa lemak, padatan *sweet cream buttermilk* sebanyak (0-1,6%), pengawet (0,2%), biasanya potasium sorbat dan sodium benzoat), asam (asam fosfat, sitrat atau laktat), pengental 0-0,5% (maltodekstrin, gelatin, pektin dan gum lainnya), dan *flavouring* [13].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yaitu ekstraksi minyak kernel biji mangga dengan metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut etanol dan formulasi dan produksi margarin cokelat serta analisis sifat fisikokimia produk. Biji mangga dibersihkan dan dicuci, kemudian kulit biji mangga dikupas dan kernel biji mangga diambil. Kernel biji mangga selanjutnya dipotong menjadi kecil-kecil dan dikeringkan pada suhu 50°C. Setelah kering, kernel biji mangga ditepungkan dan disimpan dalam toples gelap di lemari pendingin pada suhu 4°C sampai akan digunakan.

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Sebanyak 100 g tepung kernel biji mangga dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL dan diekstraksi dengan pelarut etanol sesuai perlakuan. Selanjutnya dipisahkan padatan dengan filtrat dengan cara disentrifugasi pada suhu 15°C, kecepatan 3500 rpm dan selama 20 menit, sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan bawah berupa padatan dan lapisan atas berupa pelarut beserta ekstrak minyak. Filtrat dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian pelarut (etanol) dalam filtrat dievaporasi vakum pada suhu 41°C menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh minyak kernel biji mangga. Minyak kemudian ditampung dalam wadah yang telah diberi label dan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 4°C sampai akan digunakan.

Pada ekstraksi minyak kernel biji manga dilakukan mengikuti Rancangan Acak Lengkap sehingga terdapat 27 unit percobaan. Selanjutnya data tersebut diolah menggunakan Software *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR). Yield minyak dari kernel biji manga dengan menggunakan Persamaan 1.

$$\% \text{ yield} = \frac{m_k \cdot m_{b m} \cdot (g)}{m \cdot k \cdot (g)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Produksi margarin dilakukan dengan pencampuran fase minyak yaitu minyak kernel biji mangga dicampur minyak sawit, rasio minyak kernel biji mangga dengan minyak sawit sesuai perlakuan, yaitu 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, dan 50%:50%). Kemudian ditambahkan lesitin sebanyak 6%, pada suhu 70°C selama 20 menit sambil diaduk. Selanjutnya dilakukan pencampuran fase cair yang terdiri dari air 16% dan bahan-bahan lainnya yang larut air (garam 2%, asam sitrat hingga pH 5-6 dan natrium benzoate 0,1%) pada suhu 40°C selama 10 menit menggunakan stirer. Kedua, fase minyak (minyak kernel biji manga, minyak sawit, dan lesitin) sebanyak 80% dicampurkan dengan fase cair sebanyak 20%. Selanjutnya didinginkan pada suhu 17-22°C sambil diaduk hingga menjadi semi padat. Pendinginan ini bertujuan membentuk inti margarin halus dan berwujud semi padatan plastis. Kemudian dikemas dalam wadah plastik dan disimpan (*tempering*) selama 72 jam pada suhu 5-7°C. Margarin yang diperoleh selanjutnya dianalisis sifat fisik (warna dan tekstur), sifat kimia, berdasarkan SNI margarin tahun 2002.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi minyak kernel biji mangga dengan variabel waktu 4, 5, dan 6 jam, jumlah pelarut etanol 400, 500, dan 600 mL; dan konsentrasi etanol 76, 86, dan 96 % sehingga dihasilkan 27 data yield minyak. Selanjutnya data tersebut diolah menggunakan Software STAR. Hubungan antara waktu dan konsentrasi pelarut etanol terhadap yield minyak kernel biji mangga dapat dilihat pada Tabel 2. Hubungan antara jumlah dan konsentrasi pelarut etanol terhadap yield minyak kernel biji mangga dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan hubungan antara waktu dan jumlah pelarut etanol terhadap yield minyak kernel biji mangga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Hubungan antara waktu dan konsentrasi pelarut etanol terhadap yield minyak kernel biji mangga

Konsentrasi (%)	Waktu (4 Jam)	Waktu (5 Jam)	Waktu (6 Jam)
76	21,7000b	21,5700c	28,2300a
86	24,9500a	26,1700a	26,0000b
96	20,2100c	22,7800b	21,4700c

Means with the same letter are not significantly different

Tabel 3. Hubungan antara Jumlah dan konsentrasi pelarut etanol terhadap yield minyak kernel biji mangga

Jumlah pelarut (mL)	Konsentrasi (76%)	Konsentrasi (86%)	Konsentrasi (96%)
400	21,7000c	24,9500b	20,2100c
500	30,6900a	26,7400a	23,1200a
600	29,1000b	26,9100a	22,6800b

Means with the same letter are not significantly different

Tabel 4. Hubungan antara waktu dan jumlah pelarut etanol terhadap yield minyak kernel biji mangga

Waktu (jam)	Jumlah Pelarut		
	400 mL	500 mL	600 mL
4	21,7000b	30,6900a	29,1000a
5	21,5700b	29,0900b	28,4800b
6	28,2300a	28,0000c	26,8000c

Means with the same letter are not significantly different

Perlakuan terbaik yang dihasilkan yaitu pada lama ekstraksi 4 jam, jumlah etanol 500 mL, konsentrasi 76% dengan rendemen sebesar 30,69%, kondisi terbaik tersebut selanjutnya digunakan untuk memproduksi

bahan baku produksi margarin. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan margarin terdiri dari campuran minyak kernel biji manga dan minyak sawit. Adapun dalam fase minyak, rasio minyak kernel biji mangga dan minyak sawit yang digunakan diperoleh perlakuan terbaik yaitu 70%:30%. Hasil ini dinilai dari konsistensi dan daya oles produk yang lebih baik dibanding perlakuan yang lain. Gambar produk dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Produk margarin minyak biji mangga

Margarin Cokelat merupakan produk pangan yang dibuat untuk menyerupai paroduk margarin komersial. Metode pembuatan, dilakukan dengan pencampuran dua fase yang memiliki sifat tidak saling larut, yakni fase minyak (*oil phase*) dan fase air (*water phase*). Pembuatan margarin menggunakan *oil phase* dan *water phase* dengan rasio 80:20 (80% konsentrasi *oil phase*, dan 20% konsentrasi *water phase*). *Oil phase* terdiri dari 70% fraksi minyak kernel biji mangga, 30% minyak sawit. Perbandingan ini dianggap terbaik dari segi konsistensi tekstur jika dibandingkan dengan rasio lainnya (90%:10%, 80%:20%, 60%:40%, 50%:50%).

Masing-masing fase dihomogenkan dengan pengadukan menggunakan stirrer. Setelah homogen, fase minyak dan fase air dicampurkan, kemudian dilakukan pendinginan pada suhu 17-22°C sampai adonan menjadi semi padat. Penurunan suhu dapat menimbulkan kristalisasi dan peningkatan viskositas [14]. Tekstur margarin akan terbentuk dengan bantuan pendinginan cepat yang mengakibatkan terbentuknya tekstur yang halus. Laju pendinginan, agitasi, dan tingkat pendinginan akan menentukan kecepatan pertumbuhan kristal dan aglomerasi kristal yang selanjutnya akan berpengaruh pada tekstur dan karakteristik pencairan dari produk. Pada proses ini suhu dan kecepatan pendinginan sangat mempengaruhi ukuran kristal yang terbentuk. Selain itu, penggunaan suhu rendah secara langsung dalam pembuatan emulsi akan memperlambat gerakan partikel terdispersi sehingga mengurangi benturan antar partikel terdispersi. Pemakaian suhu rendah akan meningkatkan viskositas yang akan memperbesar ketahanan terhadap benturan antar partikel terdispersi [15].

Stabilitas emulsi akan berpengaruh terhadap daya simpan sistem emulsi tersebut. Prinsip dasar tentang kestabilan emulsi adalah keseimbangan antara gaya tarik-menarik dan gaya tolak-menolak yang terjadi antar partikel dalam sistem emulsi. Apabila kedua gaya ini dapat dipertahankan tetap seimbang atau terkontrol, maka partikel-partikel dalam sistem emulsi dapat dipertahankan agar tidak bergabung [16]. Emulsi akan memisah kembali ke wujud masing-masing (wujud semula) jika tidak segera didinginkan. Sampel Margarin ditempering pada suhu 5-7 °C selama 72 jam. Tempering atau pendiaman margarin dimaksudkan untuk menstabilkan tekstur dan plastisitas dari produk margarin yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil analisis fisik yang meliputi warna dan tekstur serta analisis kimia yang meliputi bilangan asam, kadar air, kadar lemak, dan aktivitas air (aw) sampel margarin cokelat yang dibuat dari formulasi minyak kernel biji mangga dan minyak sawit diperoleh warna kuning kemerahan (YR), tekstur (35,70), bilangan asam (3,04), kadar air (28,82), kadar lemak (31,04), dan aktivitas air (0,81). Sedangkan margarin komersial memiliki warna kuning kehijauan, tekstur (40,63), bilangan asam (2,46 mgKOH/g), kadar air (15,74%), kadar lemak (87,20%), dan aktivitas air (0,81).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pada hasil penelitian diperoleh perlakuan terbaik untuk ekstraksi maserasi kernel biji mangga dengan pelarut etanol yaitu pada waktu 4 jam, jumlah pelarut 500 ml, dan konsentrasi pelarut 76%.

- 2) Formulasi margarin coklat terbaik yaitu dengan penggunaan rasio minyak kernel biji : minyak sawit 70%:30% pada fase minyak.
- 3) Hasil analisis sifat fisikokimia produk yaitu warna kuning kemerahan (YR), tekstur (35,70), bilangan asam (3,04), kadar air (28,82), kadar lemak (31,04), dan aktivitas air (0,81).

5. DAFTAR PUSTAKA

1. M.H.A. Jahurul. "Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and Their Valuable Components". *A review. Food Chemistry* 185; 173-180. 2015.
2. M.A. Augustin dan E. T. Ling. "Composition of Mango Seed Kernel. *Pertanika*", X (1): 53-59. 1987.
3. B. Karunanithi. "Extraction of Mango Seed Oil from Mango Kernel". *International journal of Engineering Research and Development*, XI (11). 2015.
4. N. Yoswathana dan M. Eshtiaghi. "Extraction of Fatty Acid from Mango Seed kernel Using Supercritical Carbon Dioxide by response Surface Methodology". *Asian Journal of chemistry*, XXVI (10): 3009-3012. 2014.
5. M. Fahimdanesh dan M.E. Bahrami. "Evaluation of Physicochemical Properties of Iranian Manggo Seed Kernel Oil". *IPCBBE LIII*. 2013.
6. S.S. Nielsen. *Introduction to Food Analysis*. Di dalam Nielsen, S. S (ed.). *Food Analysis 3rd ed.* Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York. 2003.
7. R.M. Ali, P.J. Houghton, A. Raman, J.R.S. Hoult. "Antimicrobial and antiinflammatory activities of extracts and constituents of *Oroxylum indicum* (L.) Vent". *Phytomedicine*, 5(5), 375-381. 1998.
8. Dadang dan Prijono. *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan*. Departemen Proteksi Tanaman. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 2008.
9. Istiqomah. *Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (*Piperis retrofracti fructus*)*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. 2013.
10. N. Subriyer. "Ekstraksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi (Crude Rice Bran Oil) dengan Pelarut N-Hexane dan Ethanol". *Jurnal Teknik Kimia*, XVI (2). 2009.
11. E. Guenther. "Minyak Atsiri", Jilid 1, UI Press, Jakarta. 1987.
12. S. Sami. "Crystallisation Regime of W/O Emulsion (e.g. Multipurpose Margarine) Models During Storage". *J. Food Chemistry* 133: 1485-1493. 2012.
13. A. Apriyantono. *Titik Kritis Kehalalan Mentega dan Margarin*. LPPOM MUI Kaltim. 2008.
14. F. Kusnandar. *Kimia pangan komponen makro*. Dian Rakyat. Jakarta, 264. 2010.
15. J. Podmore. *Fats in bakery and kitchen products: in Fats in Food Products*. (D.P.J. Moran and K.K. Rajah, eds.). Blackie Academic & Professional, Glasgow. 1994.
16. A. Suryani, I. Sailah dan E. Hambali. *Teknologi Emulsi*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 2002.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA PNUP 2019, Nomor: 020/PL10.13/PL/2019, tanggal 1 April 2019, sarana laboratorium dan peralatan disediakan oleh Jurusan Teknik Kimia PNUP.