



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
Jl. Buncit Raya Kalibata kec Pancoran, Jakarta Selatan 12740
Telp: 021-8416624, Fax: 021-87781809

SURAT PERJANJIAN/KONTRAK KERJA PENELITIAN
DALAM RANGKA PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
HIBAH DRPM KEMENDIKBUDRISTEK TAHUN ANGGARAN 2024

Nomor : 103/F.03.07/2024
Tanggal : 27 Juni 2024

Bismillahirrahmanirrahim,
Assalammualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Pada hari ini **Kamis**, tanggal **Dua puluh tujuh** bulan **Juni**, tahun **Dua ribu dua puluh empat**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. **Dr. apt. Supandi, M.Si.** : **Ketua Lemlitbang UHAMKA Jakarta**, bertindak atas nama Rektor **Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA** yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian ini disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**;
2. **Dr. apt. Lusi Putri Dwita, M.Si.** : Dosen Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2024 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Perjanjian perjanjian ini berdasarkan pada Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian bagi dosen perguruan tinggi Swasta Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah III Jakarta Tahun Anggaran 2024 tanggal 26 Juni 2024 Nomor : 812/LL3/AL.04/2024.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah dengan ketentuan dan syarat-syarat dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Kegiatan Penelitian Hibah tahun anggaran 2024 dengan judul "Studi Aktivitas Neuroprotektif Nanoemulsi Minyak atsiri Piper cubeba L.: Kajian Jalur Nrf2 pada Pengobatan Penyakit Alzheimer".
- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggung jawab penuh atas pelaksanaan administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagai mana dimaksud dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya dalam bendel laporan yang tersusun secara sistematis kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 4

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menindaklanjuti dan mengupayakan hasil Program Hibah Penelitian berupa hak kekayaan intelektual dan atau publikasi ilmiah sesuai dengan luaran yang dijanjikan pada Proposal.
- (2) Perolehan hasil sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk pelaksanaan Catur Dharma Perguruan Tinggi.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan perolehan hasil sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya pada tanggal 30 September 2024.

Pasal 5

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah laporan pelaksanaan kegiatan ke SIBIMA Kemendikbud paling lambat tanggal 20 November 2024 sesuai ketentuan pada Buku Panduan Program Hibah Penelitian Anggaran Tahun 2024.
- (2) **PIHAK PERTAMA** melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Program Hibah Penelitian tahun Anggaran 2024 sebelum pelaksanaan monitoring dan evaluasi eksternal oleh DRTPM KemendikbudDikti.
- (3) **PIHAK KEDUA** menanggung biaya pelaksanaan penelitian meliputi; Monev laporan kemajuan, laporan akhir dan administrasi kegiatan Hibah Penelitian DRTPM tahun Anggaran 2024.

Pasal 6

- (1) **PIHAK KEDUA** harus menyampaikan Surat Pernyataan telah menyelesaikan seluruh pekerjaan yang dibuktikan dengan pengunggahan pada SIBIMA Kemendikbud:
 - a) Catatan harian dan laporan komprehensif pelaksanaan penelitian, pada tanggal 30 September 2024,
 - b) Laporan akhir, capaian hasil, poster, artikel ilmiah dan profil, pada tanggal 20 November 2024.
- (2) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Hibah Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya dan/atau terlambat mengirim laporan Kemajuan dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar 1% (satu persen) setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen), terhitung dari tanggal jatuh tempo sebagaimana tersebut pada ayat (1), (2) dan (3), yang terdapat dalam Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Hibah Penelitian bagi dosen Perguruan Tinggi Swasta Tahun Anggaran 2024.
- (3) Peneliti/Pelaksana Hibah Penelitian yang tidak hadir dalam kegiatan Monitoring dan Evaluasi serta Seminar Hasil Penelitian Tahun pertama, tanpa pemberitahuan sebelumnya ke Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, maka Pelaksana Hibah tidak berhak mendapatkan dana penelitian untuk pendanaan tahun-tahun berikutnya. **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penugasan tahun-tahun berikutnya yang telah diterima ke Kas Negara disertai dengan surat pemberitahuan pengembalian dana.
- (4) **PIHAK PERTAMA** berkewajiban menyampaikan salinan lembar keempat bukti pengembalian Dana ke Kas Negara yang telah divalidasi oleh KPPN setempat kepada **PIHAK KEDUA**.

Pasal 7

- (1) Laporan hasil Hibah Penelitian sebagaimana tersebut dalam pasal 6 ayat (1) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
 1. Bentuk/ukuran kertas A4;

2. Warna cover warna Kuning Tua;
3. Di bawah bagian kulit ditulis :

Dibiayai oleh
Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Hibah Penelitian
Nomor : 812/LL3/AL.04/2024, Tanggal 26 Juni 2024

- (2) Soft copy Laporan Hasil Hibah Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (1) harus diunggah ke SIBIMA Kemendikbudikti sedangkan hardcopy wajib disampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** dan disimpan oleh **PIHAK KEDUA**.

Pasal 8

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** berhenti dari jabatannya, sebelum pelaksanaan perjanjian ini selesai, maka **PIHAK KEDUA** wajib menyerahterimakan tanggung jawabnya kepada pejabat baru yang menggantikannya.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak bisa melaksanakan penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib menunjuk penggantinya, yang merupakan salah satu anggota tim setelah mendapat persetujuan dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan.
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak bisa melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1, maka harus mengembalikan dana yang telah diterimanya ke Kas Negara disertai dengan surat pemberitahuan pengembalian dana.
- (4) Apabila dikemudian hari judul Penelitian Hibah sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan Penelitian tersebut dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana Penelitian Hibah yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.

Pasal 9

PIHAK KEDUA berkewajiban memungut dan menyetor pajak ke kantor pelayanan setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa :

1. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10% dan PPh 22 sebesar 1,5%;
2. Belanja honorarium dikenai PPh Pasal 21 dengan ketentuan:
 - a. 5% bagi yang memiliki NPWP untuk golongan III, serta 6% bagi yang tidak memiliki NPWP.
 - b. Untuk golongan IV sebesar 15%; dan
3. Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 10

- (1) Hak atas kekayaan intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan Program Hibah Penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.
- (2) Hasil Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada institusi/ lembaga/ masyarakat melalui Surat Keterangan Hibah.

Pasal 11

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili Hukum di Pengadilan DKI Jakarta.
- (2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini diatur kemudian oleh kedua belah pihak.

Pasal 12

Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Hibah Penelitian ini dibuat rangkap 3 (tiga) bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan biaya materai dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA
Lembaga Penelitian dan Pengembangan,
Ketua;



Dr. apt. Supandi, M.Si
NIDN. 0319067801

PIHAK KEDUA
Dosen yang bersangkutan,



Dr. apt. Lusi Putri Dwita, M.Si.
NIDN. 0321028801

Mengetahui;
Wakil Rektor II,



Dr. Desvian Bandarsyah, M.Pd
NIDN. 0317126903

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Hasil analisis kandungan minyak atsiri *P. cubeba*

Berdasarkan hasil analisis GC-MS, minyak atsiri *P. cubeba* mengandung berbagai senyawa yang berpotensi memiliki aktivitas neuroprotektif. Beberapa senyawa utama yang berkontribusi terhadap potensi ini antara lain eugenol (Barot and Saxena, 2021), linalool (Farooqui and Farooqui, 2017), dan caryophyllene (Postu *et al.*, 2022). Berdasarkan luas area di komatogram GC MS (Figure 3), didapatkan kadar eugenol pada sampel minyak atsiri *P. cubeba* sebesar 44,33%. Eugenol adalah senyawa fenolik yang dikenal memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk aktivitas neuroprotektif. Aktivitas neuroprotektif eugenol terkait dengan kemampuannya untuk melawan stres oksidatif dan peradangan, dua faktor utama yang berkontribusi terhadap degenerasi saraf.

Hasil evaluasi nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba*

pH nanoemulsi minyak atsiri buah kemukus yaitu $5,02 \pm 0,01$, yang menyatakan bahwa sediaan nanoemulsi minyak atsiri buah kemukus memenuhi kriteria pH sediaan oral yaitu 5-7 (Pratiwi *et al.*, 2023). Hasil yang diperoleh dari pengukuran viskositas nanoemulsi minyak atsiri buah kemukus yaitu $29,97 \pm 0,21$, berada pada rentang persyaratan nilai viskositas yaitu 10-2000 mPa.s (Zubaydah *et al.*, 2023). Nilai viskositas dapat mempengaruhi stabilitas, penghantaran dan efikasi dalam sediaan nanoemulsi. Nilai viskositas yang tinggi memberikan stabilitas yang lebih baik karena mampu mencegah terjadinya koalesen dan agregasi, sehingga pengujian viskositas penting dalam karakterisasi fisik untuk menjamin kualitas (Hajrin, Subaidah and Juliantoni, 2024). Evaluasi ukuran globul, indeks polidispersitas dan zeta potensial dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Nanoemulsi

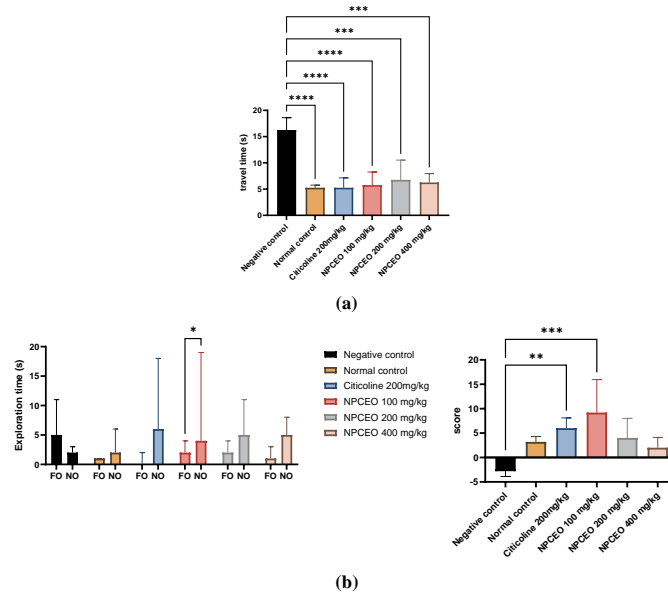
Karakter	Hasil
Ukuran Globul (nm)	$13,3 \pm 0,45$
Indeks Polidispersitas	$0,234 \pm 0,01$
Zeta Potensial (mV)	$-8,92 \pm 0,80$

Hasil evaluasi ukuran globul NPCEO memenuhi persyaratan sediaan nano, yaitu kurang dari 100 nm. Indeks polidispersitas (PDI) menunjukkan keseragaman ukuran globul pada sediaan. NPCEO menunjukkan PDI 0.4, menunjukkan distribusi ukuran globul yang homogen (Widyastuti and Saryanti, 2023).

Efek nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba* terhadap Fungsi Kognitif

Pada penelitian ini pemberian skopolamin selama 14 hari menyebabkan penurunan fungsi kognitif yang signifikan ($p < 0.001$) pada kontrol negatif dibandingkan kelompok perlakuan (Gambar 1). Kelompok kontrol negatif menunjukkan waktu perjalanan yang relatif lama, menunjukkan penurunan fungsi kognitif dan gangguan memori akibat efek skopolamin. Sebaliknya, kelompok kontrol normal memiliki waktu perjalanan yang jauh lebih menandakan fungsi kognitif yang optimal tanpa gangguan. Pemberian NPCEO pada ketiga dosis juga menunjukkan travel time yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol negatif dan sebanding terhadap Citicoline dan kontrol normal. Waktu travel pada kelompok NPCEO yang lebih rendah secara signifikan menunjukkan pemberian NPCEO secara efektif memperbaiki fungsi kognitif yang terganggu akibat skopolamin dan mengembalikan kemampuan memori tikus ke tingkat yang hampir normal terutama pada dosis 100 mg/kg dengan $p < 0.0001$ dibandingkan kontrol negatif.

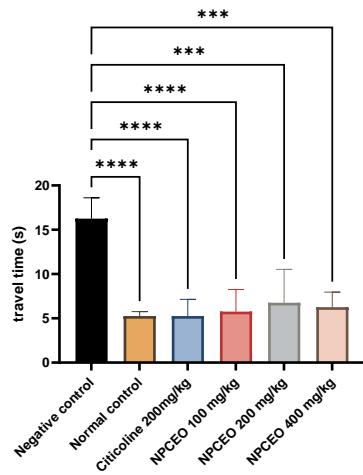
Tikus kontrol negatif, yang diinduksi skopolamin, menunjukkan waktu yang sangat rendah dalam berinteraksi dengan objek baru pada uji NORT dibandingkan object baru, sehingga menghasilkan score minus pada uji NORT (Figure 4.b). Hal ini disebabkan skopolamin menginduksi defisit memori dan kognitif, mengakibatkan hewan tidak menunjukkan preferensi untuk objek baru yang berbeda dari objek lama. Hewan pada kelompok NPCEO menunjukkan waktu interaksi yang lebih tinggi dengan objek baru dibandingkan objek familiar, sejalan dengan hasil kelompok kontrol normal dan citicoline. Skor NORT tertinggi diamati pada kelompok NPCEO dosis 100 mg/kg menandakan efektivitas NPCEO dalam memperbaiki memori dan pengenalan objek baru.



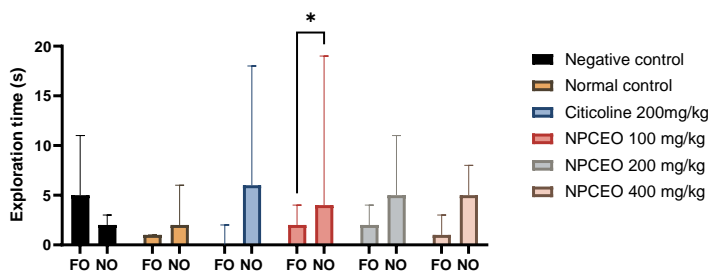
Gambar 1. Efek pemberian nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba* (NPCEO) terhadap: **(a)** travel time pada hewan yang diinduksi skopolamin menggunakan metode WEM dan **(b)** Novel Object Recognition Test (NORT), * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ **** $p < 0.0001$.

Efek nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba* terhadap parameter biokimia otak

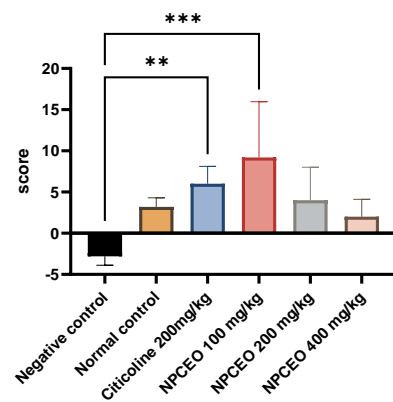
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian NPCEO pada tikus yang diinduksi skopolamin menghasilkan efek neuroprotektif yang signifikan (Gambar 2). Kadar TNF- α dan IL-1 β di hipokampus secara signifikan meningkat pada pada kontrol negatif mengindikasikan neuroinflamasi pada area ini akibat pemberian skopolamin. Sebaliknya, pemberian NPCEO menunjukkan penurunan kadar sitokin inflamasi di hipokampus, terutama terhadap kadar TNF- α . Sedangkan penurunan IL-1 β yang signifikan hanya didapatkan pada kelompok NPCEO 100 mg/kg. Pada parameter antiinflamasi, kadar IL-10 sedikit meningkat pada kelompok NPCEO 200 mg/kg dibandingkan dengan kelompok lain. Meskipun demikian, IL-10 tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok.



(a)

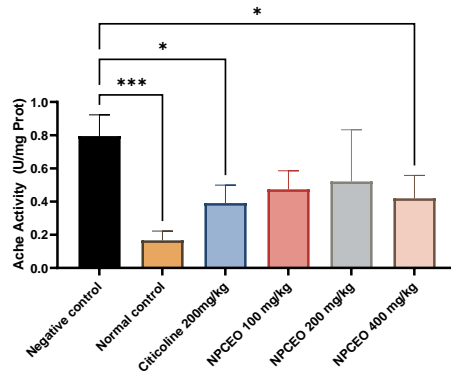


(b)

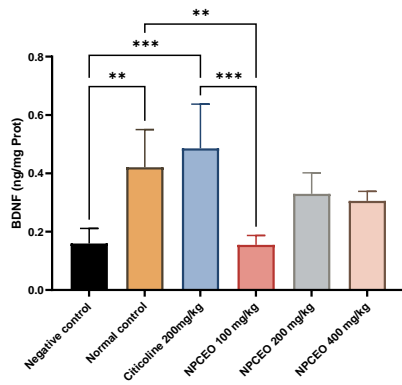


Gambar 2. Efek pemberian nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba* (NPCEO) terhadap kadar (a) TNF- α , (b) IL-1b dan (c) IL-10 hipokampus tikus yang diinduksi skopolamin * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ **** $p < 0.0001$

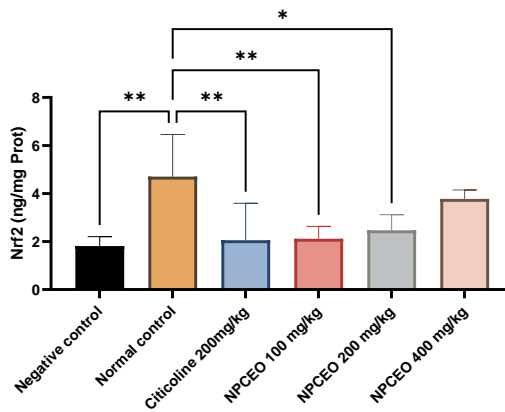
menunjukkan skopolamin secara signifikan meningkatkan aktivitas ACHE. Sebaliknya, NPCEO dapat menurunkan aktivitas ACHE, terutama pada dosis 400 mg/kg. Penurunan aktivitas ACHE menunjukkan bahwa NPCEO dapat membantu meningkatkan tingkat asetilkolin di otak, yang berkontribusi pada peningkatan fungsi kognitif. Sedangkan pada pengujian kadar BDNF menunjukkan kadar yang lebih rendah secara signifikan pada kontrol skopolamin dan pemberian NPCEO dapat memberikan efek positif, meskipun tidak lebih baik dari citicoline. BDNF adalah faktor neurotrofik yang penting untuk pertumbuhan dan pemeliharaan neuron. Peningkatan BDNF menunjukkan bahwa NPCEO memiliki potensi neuroprotektif, meskipun pada penelitian ini belum signifikan dibandingkan kontrol negatif. Hasil yang similar terlihat pada parameter NRF2 dimana NPCEO mempertahankan kadar NRF2 terutama pada dosis 400 mg/kg sebanding terhadap kontrol normal.



(a)

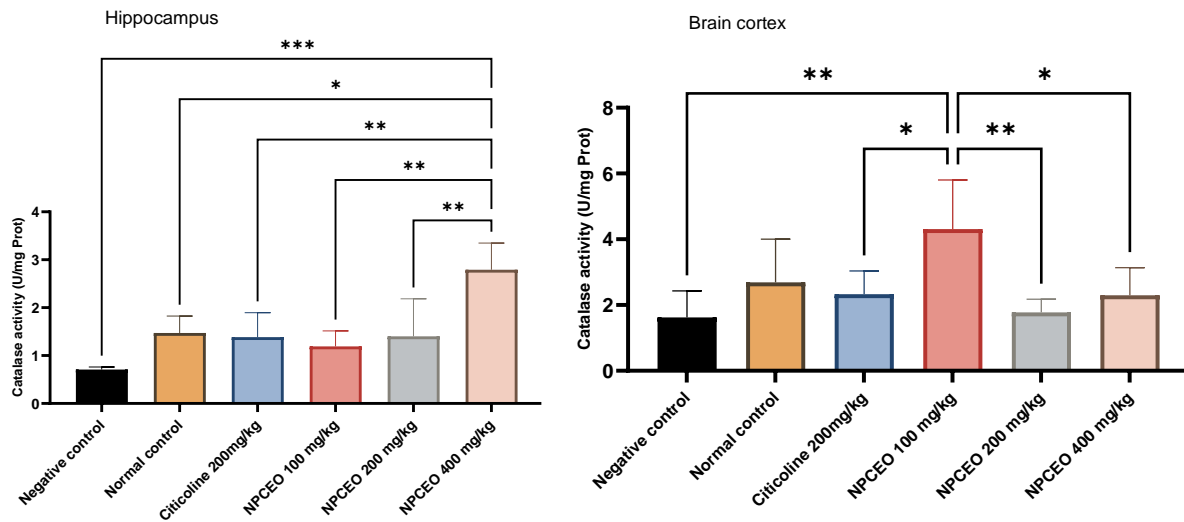


(b)

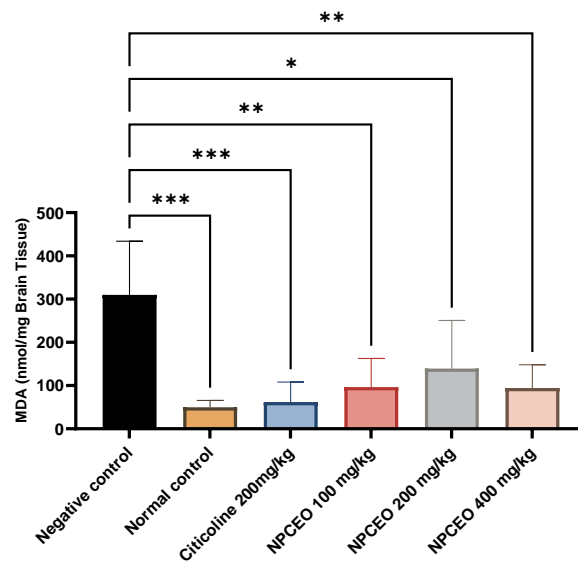


(c)

Gambar 3. Efek pemberian nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba* terhadap (a) aktivitas Ache, kadar (b) BDNF dan (c) Nrf2 hipokampus tikus yang diinduksi skopolamin * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$



(a)



(b)

Gambar 4. Efek pemberian nanoemulsi minyak atsiri *P. cubeba* terhadap (a) aktivitas catalase di hipokampus dan korteks, dan (b) penghambatan lipid peroksidase korteks pada tikus yang diinduksi skopolamin
* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ **** $p < 0.0001$

Pengujian parameter antioksidan di otak menunjukkan bahwa NPCEO meningkatkan kadar antioksidan endogen seperti CAT di hipokampus dan korteks (Gambar 4). Peningkatan aktivitas CAT pada pemberian NPCEO terumata terlihat pada hipokampus, dengan hasil terbaik pada kelompok dosis 400 mg/kg. sedangkan aktivitas CAT pada korteks meningkat signifikan pada dosis 100 mg/kg. hasil ini juga dikonfirmasi dengan penurunan kadar secara signifikan MDA di otak, yang menunjukkan ketiga dosis NPCEO dapat menghambat lipid peroksidase di otak.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Capaian luaran wajib:

Artikel telah disubmit di jurnal internasional bereputasi Q2

Nama Journal: Natural Product Research

Status: submitted

My Articles

SUBMIT NEW MANUSCRIPT

SUBMISSION	TITLE	JOURNAL	STATUS	CHARGES
246781291	Neuroprotection...	Natural Product Research	With Journal Administrator	

SUBMISSION	STATUS
22 October 2024	Submission Created
22 October 2024	Submission Incomplete
22 October 2024	Manuscript Submitted
22 October 2024	With Journal Administrator
04 November 2024	Submission Returned to Author
05 November 2024	Submission Incomplete
05 November 2024	Manuscript Resubmitted
05 November	With Journal

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta mengunggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (*Fundamental, Pascasarjana, PKDN, Dosen Pemula*) boleh mengisi bagian ini (*tidak wajib*) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

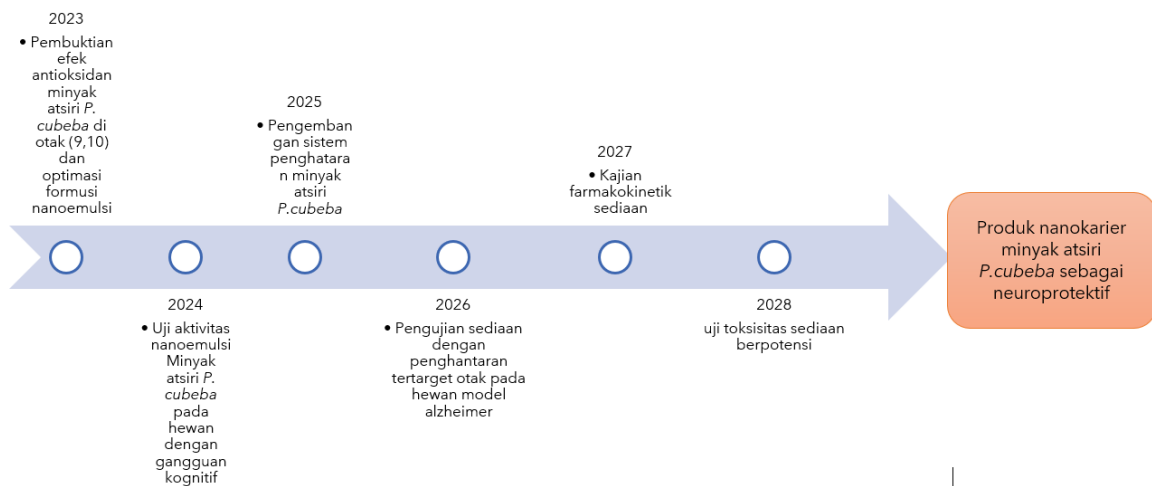
F. **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian selanjutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

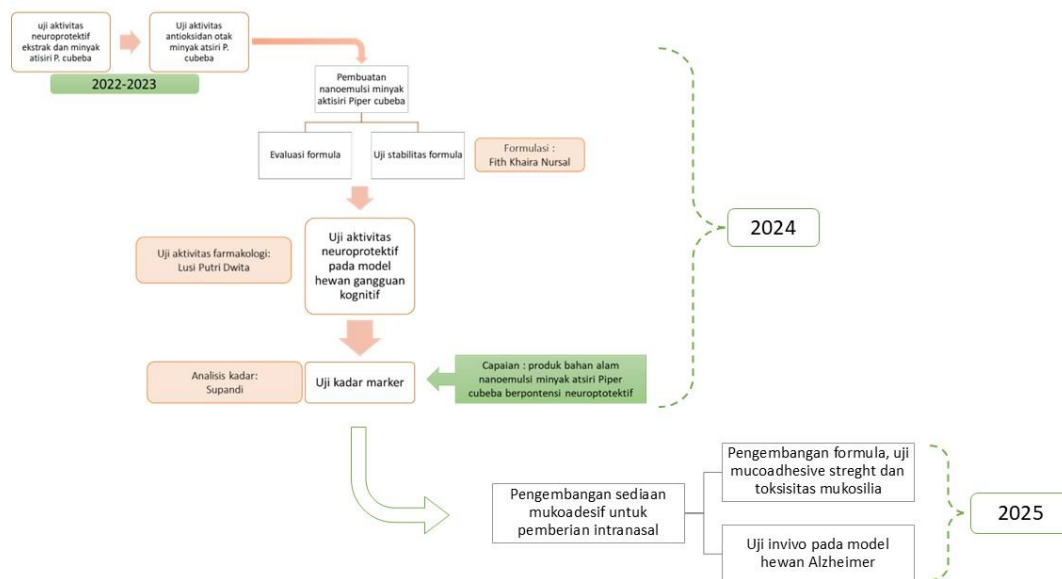
Penelitian ini telah mencapai target keseluruhan dari penelitian yaitu mendapatkan formula nanoemulsi dan aktivitas farmakologi sediaan pada hewan gangguan kognitif. Hasil penelitian khususnya terkait mekanisme yang mentarget protein NRF2 menunjukkan hasil yang belum optimal, sehingga perlu dilakukan pengembangan dan optimasi lebih lanjut terkait formulasi sediaan.

Oleh karena itu, selanjutnya pada tahun berikutnya (2025) akan dilakukan pengembangan formulasi nanoemulsi mukoadesif dengan aplikasi secara intranasal untuk meningkatkan penghantaran tertarget ke otak.

Roadmap (5 tahun)



Gambar 1. Roadmap penelitian minyak atsiri *P. cubeba* sebagai agen neuroprotektif



Gambar 2. Tahapan penelitian lanjutan

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Barot, J. and Saxena, B. (2021) 'Therapeutic effects of eugenol in a rat model of traumatic brain injury: A behavioral, biochemical, and histological study', *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(4), pp. 318–327. doi: 10.1016/j.jtcme.2021.01.003.
2. Farooqui, T. and Farooqui, A. A. (eds) (2017) *Neuroprotective Effects of Phytochemicals in Neurological Disorders*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
3. Hajrin, W., Subaidah, W. A. and Juliantoni, Y. (2024) 'Formulation And Characterization of Nanoemulsion from Brucea javanica Seed Extract', *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 11(1), pp. 117–125.
4. Postu, P. A. *et al.* (2022) 'Pinus halepensis Essential Oil Ameliorates A β 1-42-Induced Brain Injury by Diminishing Anxiety, Oxidative Stress, and Neuroinflammation in Rats', *Biomedicines*, 10(9), pp. 1–19. doi: 10.3390/biomedicines10092300.
5. Pratiwi, T. B. *et al.* (2023) 'Uji Sifat Fisik pH Dan Viskositas Pada Emulsi Ekstrak Bintangur (Calophyllum soulattri Burm. F.)', *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), pp. 226–234.
6. Widyastuti, A. I. and Saryanti, D. (2023) 'Formulasi dan Evaluasi Sediaan Nanoemulsi Ekstrak Umbi Bawang Putih (Allium sativum L.)', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5(2), pp. 178–185.
7. Zubaydah, W. O. S. *et al.* (2023) 'Formulasi dan karakterisasi nanoemulsi ekstrak etanol buah wualae (Etilingera elatior (Jack) R.M. Smith)', *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(1), pp. 22–37.