

IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PENGENDALIAN PENYAKIT TIDAK MENULAR HIPERTENSI BERBASIS PREVENTIF SEKUNDER MICRONEEDLE PATCH DENGAN KOMBINASI KAPULAGA DAN DAUN BELIMBUNG WULUH

I Kadek Tangkas Mas Wardiana Putra^{1*}, Ni Luh Putu Eka Yanti², Ni Luh Putu Pradea Anggreni³

^{1,2}Farmasi, Universitas Udayana, Indonesia

³Kesehatan Masyarakat, Universitas Udayana, Indonesia

*kadektangkas.kt2016@gmail.com

Abstrak

Urgensi pengendalian hipertensi sebagai salah satu penyakit tidak menular (*Non-Communicable Diseases* atau NCDs) yang menjadi penyebab kematian tertinggi di Indonesia. Hipertensi, yang dikenal sebagai *The Silent Killer*, seringkali tidak disadari keberadaannya hingga menimbulkan komplikasi serius seperti stroke dan penyakit jantung. Saat ini, pengobatan hipertensi umumnya mengandalkan obat sintetis yang dalam jangka panjang dapat menimbulkan efek samping berbahaya. Oleh karena itu, inovasi berbasis bahan alami menjadi solusi yang relevan, terutama di Indonesia yang kaya akan sumber daya alam. Salah satu upaya tersebut ialah regulasi penggunaan *Microneedle Patch* berbahan aktif kapulaga dan daun belimbing wuluh yang dirancang menggunakan teknologi *Transdermal Drug Delivery System* (TDDS). Teknologi ini memungkinkan penghantaran obat langsung ke dalam sistem sirkulasi tanpa rasa sakit, minim efek samping, dan lebih efisien dibanding metode konvensional. Merujuk dari perspektif administrasi publik, implementasi inovasi ini memerlukan kerangka regulasi yang strategis dan berkelanjutan. Pemerintah perlu merumuskan kebijakan yang mendukung pengembangan produk berbasis riset inovatif termasuk penyediaan insentif untuk *Research and Development* (R&D), pengaturan standarisasi keamanan, serta kemudahan izin edar. Selain itu, integrasi dalam sistem pelayanan kesehatan nasional membutuhkan kolaborasi lintas sektor yang melibatkan institusi kesehatan, industri farmasi, akademisi, dan komunitas. Peran pemerintah sebagai regulator dan fasilitator sangat krusial dalam menjamin aksesibilitas dan keterjangkauan produk, khususnya bagi kelompok masyarakat berpenghasilan rendah.

Kata Kunci: Hipertensi, Kapulaga, Daun Belimbing Wuluh, *Microneedle Patch*, Administrasi Publik

Abstract

The urgency of controlling hypertension as one of the non-communicable diseases (NCDs) that is the leading cause of death in Indonesia. Hypertension, known as *The Silent Killer*, is often unnoticed until it leads to serious complications such as stroke and heart disease. Currently, hypertension treatment generally relies on synthetic drugs that can have harmful side effects in the long term. Therefore, innovation based on natural ingredients becomes a relevant solution, especially in Indonesia, which is rich in natural resources. One such effort is the regulation of using *Microneedle Patch* containing active ingredients of cardamom and starfruit leaves, designed with *Transdermal Drug Delivery System* (TDDS) technology. This technology allows painless drug delivery directly into the circulatory system with minimal side effects and greater efficiency compared to conventional methods. From the perspective of public administration, the implementation of this innovation requires a strategic and sustainable regulatory framework. The government needs to formulate policies that support the development of innovative research-based products, including providing

incentives for Research and Development (R&D), setting safety standards, and facilitating the licensing process. Furthermore, integration into the national healthcare system requires cross-sector collaboration involving health institutions, the pharmaceutical industry, academia, and communities. The government's role as a regulator and facilitator is crucial in ensuring the accessibility and affordability of the products, especially for low-income communities.

Keywords: Hypertension, Cardamom, Starfruit Leaves, Microneedle Patch, Public Administration

PENDAHULUAN

"Warga negara yang sehat adalah aset terbesar yang dapat dimiliki negara manapun." Begitulah sekiranya kutipan yang diucapkan oleh salah satu politikus dunia, Winston Churchill. Menganalisis dari kalimat tersebut dapat diperoleh informasi bahwa puncak kekayaan negara dilihat dari keadaan warga negara itu sendiri, salah satunya memiliki keadaan tubuh yang sehat. Namun, urgensi kesehatan warga negara Indonesia hingga detik ini kian menimbulkan perhatian bagi pemerintah karena minimnya kesadaran untuk memprioritaskan kesehatan. Ditambah lagi, persentase kesehatan warga negara Indonesia yang tidak seimbang dan terbilang cukup rendah, sehingga menimbulkan banyak konsekuensi kesehatan akibat perilaku dan situasi lingkungan. Salah satu penyakit yang hingga saat ini masih marak di Indonesia dan menjadi sorotan oleh masyarakat, yaitu hipertensi. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, salah satu fokus utama pemerintah guna mendukung tatanan peradaban yang lebih baik, yakni dengan melahirkan sumber daya manusia yang gemilang dan berdaya saing. Dalam proses penerapannya, permasalahan pada berbagai bidang kesehatan khususnya pada penderita penyakit hipertensi merupakan sebuah tantangan besar.

Hipertensi kerap juga disebut dengan *The Silent Killer* karena penderita tidak akan mengetahui bahwa dirinya terjangkit penyakit ini sebelum melakukan pengecekan tekanan darah (Lemantara, 2024). Menurut Kemenkes RI (2024) hipertensi sendiri dapat terjadi jika terdapat peningkatan tekanan darah sistolik melewati 140 mmHg, dan diastolik lebih dari 90 mmHg. Dimana angka tersebut telah melebihi tekanan darah normal menurut Kemenkes RI (2023), yaitu berada direntang 120-129 mmHg ketika jantung berdetak (sistolik) dan 80-84 mmHg saat berelaksasi (diastolik). Meskipun hipertensi merupakan salah satu penyakit tidak menular (PTM), tetapi penyakit ini bisa muncul karena dipicu oleh beberapa faktor. Adapun faktor pemicu hipertensi, yakni faktor genetik, usia, jenis kelamin, dan ras yang tidak dapat diubah (Anwar dan Iqbal, 2022). Selain itu, hipertensi dapat juga dipicu karena kebiasaan buruk yang dilakukan oleh masyarakat seperti mengonsumsi garam berlebihan, kebiasaan merokok, mengonsumsi lemak jenuh, meminum minuman keras, penggunaan jelantah, kurangnya aktivitas fisik, obesitas, penggunaan estrogen, dan stres (Lakhsmi dan Yudyawati, 2021). Bahkan perilaku yang tidak konsisten dalam meminum obat dapat menyebabkan penyakit hipertensi. Dari prevalensi hipertensi di Indonesia, yaitu sebesar 34,1%, diketahui 8,8% terdiagnosis hipertensi, 13,3% penderita hipertensi tidak minum obat, dan 32,3% tidak rutin minum obat (Kemenkes RI, 2019). Tentunya angka tersebut akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan bangsa Indonesia kedepannya, terlebih lagi WHO memperkirakan adanya peningkatan jumlah penderita hipertensi seiring berjalannya waktu mencapai 1,5 miliar penduduk dunia pada tahun 2025 mendatang.

Meskipun hipertensi menjadi salah satu penyakit tidak menular yang signifikan di Indonesia, penanggulangan yang ada saat ini masih sangat bergantung pada penggunaan obat-obatan kimiawi yang memiliki efek samping jangka panjang. Selain itu, meskipun Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, pemanfaatan tanaman lokal sebagai alternatif pengobatan hipertensi belum didorong secara maksimal. Kesenjangan ini menciptakan tantangan dalam hal kebijakan publik yang mendukung riset dan pengembangan inovasi di sektor kesehatan, serta dalam mengintegrasikan solusi berbasis herbal dalam sistem layanan kesehatan nasional. Dewasa ini, metode pengobatan hipertensi yang banyak digunakan ialah dengan

meminum obat-obatan antihipertensi berbahan kimia (sintetis). Metode ini dipilih karena bekerja sangat cepat dalam menurunkan tekanan darah. Akan tetapi, penggunaan obat sintetis dalam jangka panjang tentunya akan memiliki efek samping yang berbahaya bagi tubuh. Kini sebagian besar masyarakat sudah mulai beralih menggunakan produk-produk berbasis bahan alami semakin diminati, seiring dengan adanya kampanye "*back to nature*" yang mendorong masyarakat untuk kembali menggunakan bahan-bahan herbal. Hal ini berkontribusi pada pesatnya perkembangan penggunaan sumber daya alam dalam pengobatan. Sumber daya hayati Indonesia, seperti kapulaga dan daun belimbing wuluh, yang belum dimanfaatkan secara maksimal, ternyata memiliki potensi besar sebagai alternatif pengobatan hipertensi.

Menurut Badan Pusat Statistik (2019), produksi rempah kapulaga di Indonesia pada tahun 2018 menyentuh angka 81.724.526 kg. Namun dengan supremasi tersebut, masih banyak masyarakat yang hanya mengolahnya sebagai bumbu masakan saja. Disamping itu juga, produksi belimbing wuluh pada tahun 2019 mencapai 106.070 ton, dimana jumlah tersebut terus meningkat dibanding tahun sebelumnya yang hanya sebanyak 101.553 ton pada tahun 2018 (Taslia dkk., 2022). Dengan data tersebut, dapat diperkirakan bahwa populasi tanaman belimbing wuluh di Indonesia sangatlah melimpah. Tetapi sangat disayangkan, masyarakat justru lebih sering memanfaatkan buah dari belimbing wuluh saja dibandingkan dengan daunnya. Padahal jika ditinjau kembali, kapulaga dan daun belimbing wuluh memiliki segudang kandungan yang berpotensi sebagai obat herbal dan bermanfaat bagi tubuh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebijakan administrasi publik yang diperlukan untuk mendorong pengembangan dan penggunaan *Microneedle Patch* berbahan aktif kapulaga dan daun belimbing wuluh sebagai alternatif pengobatan hipertensi di Indonesia. Tujuan lainnya adalah merumuskan rekomendasi kebijakan yang mendukung riset dan pengembangan produk berbasis bahan alami, serta mengatur standar keamanan dan izin edar yang sesuai. Penelitian ini juga bertujuan untuk mendorong kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, industri farmasi, dan institusi pendidikan dalam memastikan aksesibilitas, keterjangkauan, dan keberlanjutan produk, sehingga dapat menjadi bagian integral dari pencapaian point ke-3 *Sustainable Development Goals* (SDG's 2030) yang memiliki fokus utama terhadap bidang kesehatan masyarakat yakni *good health and well-being*.

TINJAUAN PUSTAKA

Kapulaga atau dalam bahasa latinnya *Elettaria cardamomum* diketahui mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yang baik sebagai antihipertensi, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, polifenol, dan saponin sehingga menyebabkan kapulaga memiliki aktivitas antioksidan (Ningsih dkk., 2023). Dilaporkan juga bahwa kapulaga mengandung kalsium, dan beberapa ekstrak etanolnya memiliki efek diuretik yang sangat penting dalam pengobatan penyakit hipertensi (Husna dkk., 2021). Di sisi lain, belimbing wuluh atau dalam bahasa latinnya *Averrhoa bilimbi* merupakan salah satu buah tropis yang hampir tumbuh di seluruh daerah Indonesia. Daun belimbing wuluh mengandung banyak senyawa yang baik sebagai antihipertensi, antara lain kalium, kalsium, vitamin C, saponin, dan flavonoid (Dr. Abdul Salam, 2023). Selain itu, berdasarkan hasil penelitian Simandalahi dan Yentisukma (2019), dikatakan bahwa daun belimbing wuluh juga mengandung kalium sitrat yang berfungsi sebagai diuretik sehingga dapat membantu menurunkan tekanan darah dengan cara mengatur jalannya cairan maupun natrium.

Penerapan produk kesehatan berbahan alami seperti kapulaga dan daun belimbing wuluh untuk pengobatan hipertensi memerlukan kerangka kebijakan yang mendukung inovasi berbasis riset. Administrasi publik berperan dalam menciptakan regulasi yang memastikan keamanan dan efektivitas produk-produk tersebut sebelum diperkenalkan ke masyarakat luas. Hal ini mencakup penyusunan kebijakan untuk mendukung R&D (Research and Development) dalam pengembangan produk berbahan alami, menetapkan standar keamanan dan kualitas, serta memberikan insentif bagi industri yang mengembangkan solusi berbasis herbal (Widnyana dkk., 2024). Penting juga bagi pemerintah untuk memperhatikan aksesibilitas dan keterjangkauan produk kesehatan bagi masyarakat, terutama di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan ekonomi (Vanchapo dkk., 2024). Oleh karena itu, kolaborasi lintas sektor termasuk dengan pihak

pemerintah, rumah sakit, apoteker, influencer, dan masyarakat diperlukan untuk menjamin keberlanjutan produksi dan distribusi produk berbahan alami ini. Selain itu, regulasi yang memudahkan izin edar dan distribusi produk berbasis herbal juga akan mempercepat adopsi solusi ini dalam sistem kesehatan nasional.

METODE PENELITIAN

Berkaitan dengan sumber data yang ada, maka penulis menggunakan teknik atau metode studi kepustakaan, yakni dengan mengumpulkan dan mempelajari data atau literatur yang dapat mendukung penelitian. Selain itu, penelitian ini menggunakan teknik pendekatan kualitatif, sehingga teknik pengolahan data dilaksanakan dengan menguraikan data dalam bentuk kalimat yang runtut agar memudahkan pembaca untuk memahami data hasil penelitian. Metode pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan sistem analisis interaktif, yakni: (1) Reduksi data, proses penyederhanaan dan pengolahan data mentah yang berasal dari hasil pengumpulan data di lapangan (Uin & Banjarmasin, 2018). Dalam penyusunan karya, peneliti melakukan reduksi data terhadap hasil data observasi, eksperimen, dan literatur terkait yang diperlukan guna pengembangan karya ini. (2) Penyajian data, penyusunan dan penyempurnaan informasi berdasarkan data yang telah disederhanakan agar dapat menarik kesimpulan (Uin & Banjarmasin, 2018). Dalam metode ini penulis memilah dan menulis data kedalam bagian yang memiliki kesamaan dari hasil data observasi, eksperimen, dan literatur agar data dan hasil penulisan dapat dipahami dengan mudah. (3) Verifikasi data, penarikan kesimpulan yang didasari oleh reduksi dan penyajian data yang telah dilakukan agar dapat menjadi data atau pencatatan terkait sasaran penelitian produk ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan sumber daya hayati menjadi peluang besar dalam memperkuat transformasi struktural di bidang kesehatan. Upaya ini mencakup pendekatan menyeluruh, mulai dari konservasi komoditas alam yang berpotensi menjadi bahan dasar medis, inovasi kreatif dalam produk kesehatan, hingga penerapan skema kerja yang terintegrasi untuk mendukung pengembangan solusi kesehatan berbasis alam. Memanfaatkan bahan alami untuk pengobatan hipertensi tahap sekunder dengan pendekatan herbal yang aman, praktis, dan efektif. Inovasi ini tidak hanya menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga menjawab kebutuhan akan pengobatan hipertensi yang lebih berkelanjutan dan minim efek samping. Terobosan ini muncul sebagai angin segar dalam pencegahan komplikasi akibat tekanan darah tinggi, memberikan pilihan yang lebih alami dan berpotensi mendukung kesehatan jangka panjang.

Inovasi biofarmasi ini merupakan patch dengan elaborasi metode penghantaran Microneedle Patch untuk Transdermal Drug Delivery System (TDDS). Microneedles adalah susunan jarum ultra-kecil dengan panjang < 1000 mikrometer (Ita, 2017). Microneedle patch bersifat biokompatibilitas atau memiliki struktur partikel yang kecil sehingga tidak menimbulkan rasa sakit. Penetrasinya langsung ke stratum korneum dengan menciptakan pori-pori dan memungkinkan obat untuk dikirim secara lokal di kulit atau melintasi kulit ke dalam sirkulasi sistemik (Maulida dkk., 2020). Diversifikasi Dissolving Microneedle berupa polimer larut air yang dicampur obat kemudian dicetak membentuk jarum ukuran mikro. Pelepasan obat dari Dissolving Microneedle didasarkan pada prinsip "poke and release" (Ita, 2017). Difusi obat berlangsung sebab adanya humiditas yang berasal dari cairan interstisial kulit. Pemilihan sediaan patch ini dipercaya dapat meminimalisir efek samping yang merugikan dalam ketidakpatuhan pasien mengonsumsi obat, menghindari first pass effect, serta meningkatkan bioavailabilitas dari obat hipertensi.

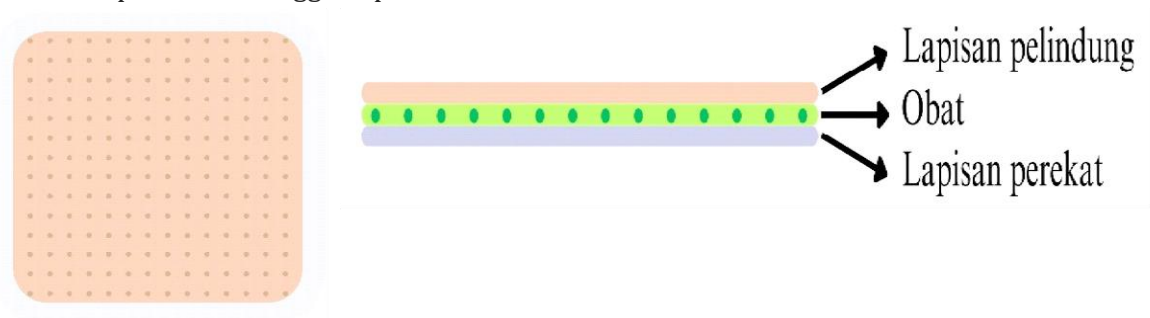
Dissolving Microneedle (DMN) Patch memiliki dua komponen krusial, yaitu polimer biodegradable dan obat atau senyawa aktif. Polimer biodegradable yang kompeten digunakan untuk formulasi DMN ialah polivinilpirolidon (PVP). Dimana PVP ini merupakan material berupa polisakarida alami yang memiliki beberapa keuntungan, yakni bersifat aman terurai dalam tubuh,

tidak terdeposit, harga terjangkau, melimpah, dan dapat digunakan tanpa melalui proses dengan kapabilitas khusus (Annisa, 2020). Obat atau senyawa aktif antihipertensi merupakan ekstraksi dari substansi kapulaga dan daun belimbing wuluh.

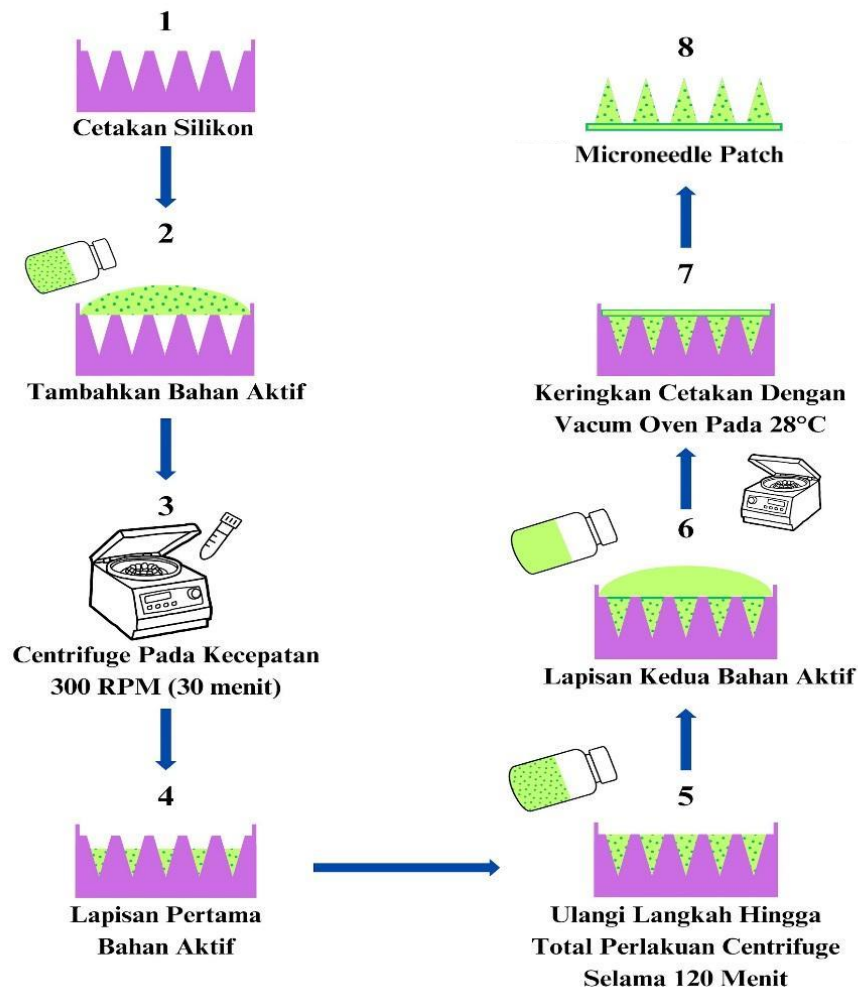
PENGGARAPAN

Pembuatan ekstraksi kedua bahan tersebut dilakukan dengan cara maserasi, yaitu serbuk simplisia kapulaga dan daun belimbing wuluh dimasukkan ke dalam beaker dengan perbandingan 1:1. Kemudian tambahkan pelarut etanol 70% dengan perbandingan 1:10 dan diaduk hingga larut menggunakan pengaduk magnetik. Prosedur ini diulang sebanyak tiga kali (remaserasi) hingga campuran yang diperoleh tampak jernih. Selanjutnya campuran disaring untuk memisahkan antara filtrat dengan residunya. Filtrat yang telah didapat kemudian dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 70°C guna menghilangkan pelarut sehingga didapatkannya ekstrak etanol kental dari kapulaga dan daun belimbing wuluh.

Langkah selanjutnya, yaitu pembuatan DMN yang diawali dengan menyiapkan cetakan silikon ukuran mikro. Setelahnya larutkan polimer polivinilpirolidon (PVP), gliserin, dan polisorbate 80 dengan air, lalu aduk hingga benar-benar larut. Penambahan gliserin dan polisorbate berguna untuk meningkatkan fleksibilitas dan mencegah aglomerasi partikel, sehingga dapat menembus permukaan yang tidak rata pada kulit. Kemudian tambahkan bahan aktif ke dalam larutan polimer lalu aduk hingga homogen. Tuang larutan homogen tersebut ke dalam cetakan microneedle, serta hilangkan gelembung udara dari rongga-rongga cetakan dengan centrifuge pada kecepatan rendah 300 rpm dalam kurun waktu 30 menit. Ulangi langkah tersebut hingga total perlakuan centrifuge berlangsung selama 120 menit. Setelah penuangan, keringkan cetakan dengan vacuum oven pada suhu rendah 28°C hingga semua pelarut menguap dan microneedle terbentuk dengan sempurna. Proses pengeringan dapat berlangsung selama beberapa jam hingga berhari-hari, tergantung ketebalan komposisi larutan (Casadiego, 2021). Terakhir, tunggu hingga terbentuk padatan sehingga dapat dikeluarkan dari cetakan.

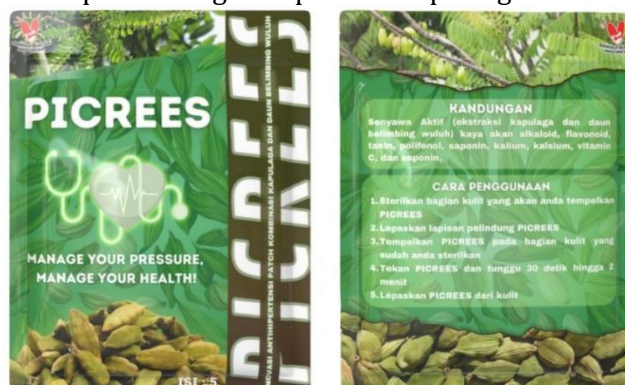


Gambar 1. Desain Struktur *Microneedle Patch*



Gambar 2. Alur Pembuatan

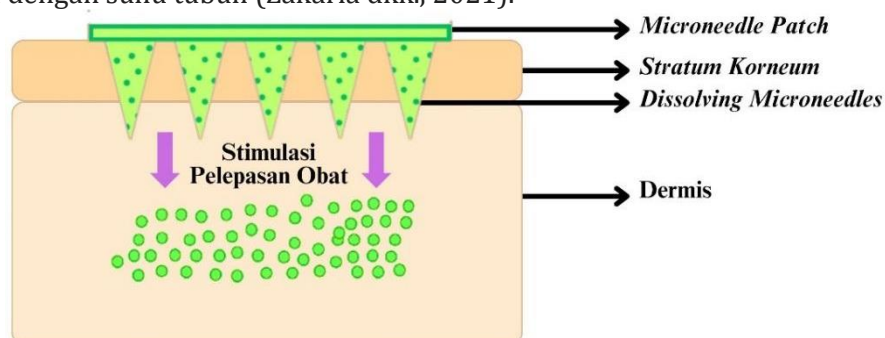
Demi kenyamanan pengguna, *microneedles* dapat ditempelkan pada lapisan pendukung fleksibel seperti film PVA atau *patch hidrogel*. Tahap selanjutnya, yakni implementasi kemasan penunjang pasca reka cipta. Material yang digunakan pada kemasan harus sesuai dengan karakteristik produk, agar tidak memudahkan kontaminasi masuk. Selain itu, dalam bersaing dengan obat antihipertensi di pasaran, inovasi patch ini mempunyai beberapa aspek keunggulan. Adapun desain kemasan dan perbandingan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Desain Kemasan

ATURAN PENGGUNAAN

Pengaplikasian Dissolving Microneedle Patch diawali dengan desinfeksi kulit menggunakan alcohol wipe. Lepaskan lapisan pelindung serta pastikan bagian microneedles berada di bawah dan patch berada di atas. Tempelkan pada kulit yang sudah steril dan tekan lembut untuk memastikan microneedles menembus kulit. Pelepasan obat menunjukkan bahwa tingkat pelepasan obat yang dimuat sekitar 80% setelah 30 detik penyisipan ke dalam kulit dan hampir semuanya dilepaskan dalam waktu 2 menit (Kang dkk., 2022). Kemudian selama menempel pada permukaan kulit, patch tersebut akan mulai melepaskan obat yang terkandung di dalamnya secara berkelanjutan dan terkontrol hingga waktu tertentu (Zhang dkk., 2014). Sediaan transdermal tidak mengalami metabolisme lintas pertama, sehingga memungkinkan tercapainya keseragaman konsentrasi dalam plasma dan tingginya nilai bioavailabilitas. Selain itu, sediaan DMN memiliki sistem nanoemulsi yang mampu meningkatkan permeasi senyawa lipofilik dan hidrofilik sehingga obat mampu menembus stratum korneum dan dapat mencapai sirkulasi sistemik (Alkilani dkk., 2018). Serta dengan terdapatnya kandungan PVP yang bersifat hidrofilik dan bertitik leleh rendah mengakibatkan sediaan DMN dapat melebur ketika bersentuhan dengan suhu tubuh (Zakaria dkk., 2021).



Gambar 5. Proses Pelepasan Obat

SINERGITAS LINTAS SEKTOR

Elaborasi dalam kebijakan kesehatan publik dapat membantu meningkatkan aksesibilitas pengobatan alami bagi masyarakat serta mendukung upaya pencegahan hipertensi secara lebih efektif. Kerangka kebijakan yang mendukung inovasi berbasis riset, serta regulasi yang memastikan keamanan dan efektivitas produk-produk berbahan alami, akan menjadi fondamen penting dalam mencapai tujuan ini.

Tabel 1. Peran Sektor Pendukung

No	Nama	Peran
1	Pemerintah (Kementerian Kesehatan atau Dinas Kesehatan)	- Merancang kebijakan yang mendukung penggunaan produk berbahan alami untuk pengobatan hipertensi. - Menyusun regulasi yang menjamin keamanan dan efektivitas produk berbasis herbal. - Memberikan insentif untuk penelitian dan pengembangan (R&D) produk inovatif.
2	Rumah sakit	- Berperan sebagai tempat penelitian dan uji klinis untuk mengevaluasi efektivitas microneedle patch. - Memberikan edukasi kepada pasien mengenai manfaat produk ini dalam program pengendalian hipertensi.

3	Apoteker	- Sebagai pengembang utama inovasi <i>microneedle patch</i> berbahan kapulaga dan daun belimbing wuluh. - Melakukan penelitian mendalam untuk memastikan keamanan, efektivitas, dan kualitas produk. - Berkolaborasi dengan tim medis dan peneliti dalam uji laboratorium dan uji klinis. - Berperan dalam distribusi produk serta konsultasi terkait penggunaannya, termasuk potensi interaksi dengan obat-obatan lain.
4	<i>Influencer</i>	- Meningkatkan kesadaran masyarakat melalui media sosial tentang manfaat kapulaga dan daun belimbing wuluh dalam pengendalian hipertensi. - Menyebarkan informasi yang akurat dan menarik untuk mendorong adopsi produk secara luas.
5	Masyarakat	- Berpartisipasi aktif dalam program edukasi tentang hipertensi dan produk berbahan alami. - Mendukung promosi kesehatan dan menjadi agen perubahan untuk meningkatkan kesadaran pengendalian hipertensi secara preventif.

Keberlanjutan produksi dan distribusi *Microneedle Patch* berbasis kapulaga dan daun belimbing wuluh dapat terjamin. Pendekatan kolaboratif ini tidak hanya akan meningkatkan efektivitas pengendalian hipertensi tetapi juga mendukung pencapaian tujuan kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Dengan adanya kerjasama yang solid antara berbagai pemangku kepentingan, diharapkan inovasi ini dapat diterima dengan baik oleh masyarakat dan memberikan dampak positif bagi kesehatan publik.

IMPLEMENTASI STRATEGIS

Implementasi strategis bertujuan untuk menentukan tahap-tahapan dalam merencanakan suatu produk yang nantinya akan dijadikan acuan dalam proses pembuatan. Melalui implementasi strategi yang baik dan terstruktur akan berdampak positif dalam keberlangsungan suatu produk dan dapat memastikan hal-hal yang akan terjadi kedepannya. Berikut merupakan hasil analisis implementasi strategis dari *microneedle patch* berdasarkan kapulaga dan daun belimbing wuluh.

Tabel 2. Implementasi Strategis Produk

Tahap	Jangka Waktu	Aksi	Pihak Terpaut	Outcome
Riset dan Pengembangan	2025 - 2026	Melakukan penelitian mendalam terkait formulasi kapulaga dan daun belimbing wuluh untuk memastikan efektivitas dan keamanan.	Institusi pendidikan, lembaga riset, industri farmasi.	Produk inovasi aman, efektif, dan siap uji klinis.

		• Mengembangkan prototipe <i>Microneedle Patch</i> berbasis teknologi <i>Transdermal Drug Delivery System</i> (TDDS). • Melakukan uji pre-klinis dan klinis secara bertahap.		
Penguatan Regulasi dan Kebijakan	2026 - 2027	• Penyusunan regulasi keamanan, mutu, dan izin edar. • Pemberian insentif bagi industri yang berinovasi pada bahan alami.	Kementerian Kesehatan, Badan POM, Kementerian Ristek, Kementerian Perindustrian.	Regulasi mendukung pengembangan dan distribusi produk berbasis herbal.
Pendidikan dan Peningkatan Kesadaran Publik	2027 - 2028	• Kampanye manfaat <i>Microneedle Patch</i> kepada masyarakat. • Kolaborasi dengan <i>influencer</i> kesehatan.	Pemerintah, tenaga kesehatan, <i>influencer</i> kesehatan, komunitas.	Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pengobatan hipertensi berbahan alami.
Distribusi dan Komersialisasi	2028 - 2029	• Integrasi produk ke sistem pelayanan kesehatan nasional (BPJS). • Distribusi di fasilitas kesehatan, apotek, dan <i>platform e-commerce</i>.	Industri farmasi, Kementerian Kesehatan, BPJS, distributor produk kesehatan.	Meningkatnya akses masyarakat terhadap produk inovatif dan efektif.
Evaluasi dan Skalabilitas	2029 - dst	• Evaluasi dampak klinis, ekonomi, dan sosial dari implementasi produk. • Pengembangan produk untuk aplikasi penyakit lain.	Lembaga riset, pemerintah, industri farmasi, rumah sakit.	Perbaikan berkelanjutan dan ekspansi penggunaan produk berbasis bahan alami untuk penyakit lainnya.

ANALISIS SWOT

Analisis SWOT merupakan salah satu alat strategis untuk mengidentifikasi faktor penunjang maupun penghalang produk baik dari dalam atau luar. Adapun hasil analisis SWOT

dari *microneedle patch* berbasis kapulaga dan daun belimbing wuluh sebagai alternatif kebijakan pencegahan penyakit hipertensi sebagai berikut.

Tabel 2. Analisis SWOT

Faktor Internal (IFAS)	Strengths (Kekuatan) - Terbuat dari bahan alam yang mengandung senyawa antihipertensi, seperti kapulaga dan daun belimbing wuluh - Pengaplikasian <i>microneedle patch</i> praktis dilakukan oleh penderita hipertensi - Penetrasi senyawa obat langsung menuju startum korneum - Minim efek samping yang membahayakan tubuh penggunaanya	Weaknesses (Kelemahan) - Masih sedikit penelitian yang menguji efektivitas gabungan kapulaga dan daun belimbing wuluh dalam bentuk sediaan <i>microneedle patch</i> - Memerlukan infrastruktur dan biaya terbilang mahal untuk merealisasikan inovasi <i>microneedle patch</i> ini - Bentuk sediaan <i>microneedle patch</i> masih tergolong baru dan banyak masyarakat yang belum mengetahui jenis obat ini.
Faktor Eksternal (EFAS) Opportunities (Peluang) - Hipertensi merupakan salah satu penyakit yang memerlukan solusi inovatif dalam menangani kasus ini - Adanya regulasi dan kebijakan pemerintah seperti kampanye "<i>back to nature</i>" yang mendorong masyarakat untuk kembali menggunakan bahan-bahan herbal - <i>Microneedle patch</i> ini berdampak positif dengan meningkatkan kepatuhan pasien dalam menangani penyakit hipertensi yang lebih nyaman, mudah, efektif dan tanpa menimbulkan rasa sakit. - Peluang adanya kerja sama antara institusi riset atau pun perusahaan farmasi	Strategi S-O - Mengoptimalkan pemasokan kapulaga dan daun belimbing wuluh di Indonesia untuk diolah sebagai <i>microneedle patch</i> yang kemudian dikembangkan dalam produksi skala tinggi - Perlunya memperoleh dukungan maupun bantuan dari pemerintah terhadap pendanaan serta regulasi dalam pengembangan <i>microneedle patch</i> - Melaksanakan sosialisasi terkait pentingnya pemanfaatan dan pengolahan bahan-bahan alami seperti kapulaga dan daun belimbing wuluh yang harapannya dapat membangkitkan kesadaran masyarakat.	Strategi W-O - Meningkatkan penelitian terkait efektivitas <i>microneedle patch</i> dalam menurunkan tekanan darah - Optimalisasi proses produksi demi menekan biaya pembuatan dan menstabilkan komposisi senyawa di dalam produk - Melakukan edukasi terhadap masyarakat terkait penggunaan sediaan <i>microneedle patch</i> yang berbasis bahan alam, sekaligus ikut andil dalam kampanye "<i>back to nature</i>"

dalam mengembangkan sediaan <i>microneedle</i> ini		
Threats (Ancaman) - Minimnya aksesibilitas dan keterjangkauan <i>Microneedle Patch</i> bagi masyarakat di wilayah pedesaan. - Masyarakat yang kurang memahami pentingnya penanganan penyakit hipertensi sejak dini sehingga dikhawatirkan memberikan dampak negatif bagi kondisi kesehatan publik. - Terdapat banyak produk antihipertensi konvensional yang lebih dikenal oleh masyarakat - Ketersediaan bahan utama, yaitu kapulaga dan daun belimbing wuluh yang bergantung pada musim dan kondisi pertanian	Strategi S-T - Perlunya usaha untuk mengoptimalkan persyaratan - persyaratan regulasi kesehatan dalam meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap kualitas dan efektivitas <i>microneedle patch</i> - Memulai dan menjalin hubungan kerjasama baik dengan lembaga-lembaga penelitian maupun universitas untuk meningkatkan sumber ilmiah dan spesifikasi <i>microneedle patch</i>. - Mengevaluasi dan meningkatkan tahapan ekstraksi maupun produksi agar kedepannya <i>microneedle patch</i> ini terjamin kualitas dan konsistensinya.	Strategi W-T - Melakukan uji klinis dan sertifikasi produk melalui kolaborasi dengan institusi riset dalam menunjang keberhasilan produk - Memulai dengan memproduksi skala kecil demi mengurangi anggaran biaya dan memperkecil kegagalan - Menyusun strategi pemasaran terpadu dalam mengenalkan produk kepada masyarakat umum

Melalui analisis SWOT di atas, produsen dapat mengembangkan produk secara lebih efektif kedepannya. Selain itu, dengan adanya matrik SWOT dapat memberikan langkah strategis dalam menangani permasalahan yang muncul dikemudian hari. Inovasi berbasis bahan alam, seperti *microneedle patch* yang menggunakan kapulaga dan daun belimbing wuluh adalah tahapan strategis untuk mengembangkan dan menjamin pengobatan penyakit hipertensi yang aman, dan efektif pada situasi berkelanjutan. *Microneedle patch* ini tidak hanya mendukung regulasi dan kebijakan pemerintah, namun juga mendukung pada pencapaian Indonesia Emas 2045, khususnya dalam hal transfigurasi sistem kesehatan berbasis bahan alam. Dengan dukungan penuh dari pemerintah, rumah sakit, influencer, apoteker, dan institusi riset yang proaktif, diharapkan *microneedle patch* ini dapat diterima secara luas oleh masyarakat sebagai solusi efektif untuk meningkatkan kualitas hidup pasien hipertensi.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa kesehatan serta kesejahteraan masyarakat masih menjadi polemik yang negasi konfrontasi, khususnya penyakit hipertensi. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya prevalensi penderita hipertensi yang terus meningkat tiap tahunnya. Maka dari itu, penulis sebagai generasi muda turut andil merealisasikan Indonesia Emas 2045 dengan inovasi transfigurasi prototipe dalam pendekatan pengobatan melalui inovasi herbal yang menjadi inisiator penting dalam meningkatkan efektivitas terapi yang bertujuan sebagai antihipertensi. Hasil kajian ini menyarankan agar pemerintah menetapkan kebijakan yang mendukung. Restorasi riset dan pengembangan produk berbahan alami, termasuk regulasi

standar keamanan izin edar menjadi hal yang krusial. Selain itu, diperlukan kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, industri farmasi, dan institusi pendidikan untuk meningkatkan aksesibilitas serta efektivitas terapi hipertensi melalui inovasi Microneedle Patch. Inovasi ini mengintegrasikan teknologi Transdermal Drug Delivery System (TDDS) mencerminkan eskalasi dalam pemberdayaan sumber daya hayati yang melimpah di negeri "Indonesia Raya". Koalisi terobosan ini menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi hipertensi secara lebih harmoni. Optimalisasi terapi hipertensi ini diharapkan menjadi strategi yang pragmatis untuk meningkatkan taraf hidup pasien dan menjadikannya sebagai pilar penting dalam menghadapi tantangan kesehatan masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkilani, A. Z., M. T. C., Mc Crudden, dan Donnelly. R. F. 2018. *Transdermal drug delivery: Innovative pharmaceutical development based on disruption of the barrier properties of the stratum corneum*. *Pharmaceutics*, 7(4). 438-470.
- Annisa, V. 2020. *Sistem Penghantaran Obat Transdermal Dissolving Microneedle (DMN) Serta Potensinya sebagai Penghantaran Vaksin*. *Acta Pharm Indones Acta Pharm Indo*. 8(1):36-44.
- Anwar, C., & Iqbal, C. 2022. *Determinan Kejadian Hipertensi Pada Anggota Polisi Di Polres Aceh Utara Determinants Of Hypertension In Police Members At North Aceh Police*. 8(2), 528-541.
- Ariyanti, R., Preharsini, I.D., dan Sipolio, B.V. 2020. *Edukasi Kesehatan Dalam Upaya Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Hipertensi Pada Lansia*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(2): 74-82.
- Azzahrah, N.F., Jamaluddin, A.W., dan Adikuniawan, Y.M. 2019. *Efektivitas Patch Sederhana Dari Ekstrak Daun Kayu Jawa (Lannea coromandelica (Houtt.) Merr.) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat Pada Tikus (Rattus norvegicus)*. 11(02): 169-180.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2019. *Statistik Tanaman Biofarmaka Indonesia 2018*. <https://bit.ly/3Wz7ZGq>. Diakses pada: 23 Juli 2024
- Casadiago, D.A.C., Carlton, H., Nino, D.G., Muñoz, K.A.M., Daneshpour, R.M., Huitink, D., Prinz, G., Powell, J., Greenlee, L., and Almodovar, J. 2021. *Design, characterization, and modeling of a chitosan microneedle patch for transdermal delivery of meloxicam as a pain management strategy for use in cattle*. 118: 111-544.
- Dhrik, M., Riana Prasetya, A.A.N.P., dan Ratnasari, P.M.D. 2023. *Analisis Hubungan Pengetahuan terkait Hipertensi dengan Kepatuhan Minum Obat dan Kontrol Tekanan Darah pada Pasien Hipertensi*. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 9(1): 70-77.
- Dr. Abdul Salam, SKM., M.Kes., 2023. *Bahan Ajar Herbal Medicine (Teh Herbal Daun Belimbing Wuluh untuk Pencegahan Hipertensi)*. Cetakan ke-I. Malang: Literasi Nusantara Abadi. 13-38.
- Husna, N., Handayani, R., Zakiah, N., dan Aulianshah, V. 2021. *Efek Diuretik Ekstrak Etanol Kapulaga (Amomum compactum) Pada Mencit (Mus musculus) Jantan*. *Jurnal Ilmiah Farmasi Simplisia*. 1(2): 112-118.
- Ita, K. 2017. *Dissolving Microneedles for Transdermal Drug Delivery: Advances and challenges, Biomedicine and Pharmacotherapy*. 93: 1116-1127.
- Julianto Lemantara. 2024. *Rancang bangun aplikasi hipertensi.edu sebagai media edukasi dan diagnosis penyakit hipertensi menggunakan metode naive bayes dengan laplace correction*. *Jurnal Informatika & Teknologi*. 5(1): 147-159.
- Kemenkes RI. 2019. *Hipertensi Penyakit Paling Banyak Didap Masyarakat*. Tersedia pada: <https://bit.ly/3ysGPt1>. Diakses pada: 23 Juli 2024
- Kemenkes RI. 2023. *Bagaimana Cara Mengendalikan Penyakit Hipertensi?*. Tersedia pada: <https://bit.ly/3WyS9f2>. Diakses pada: 22 Juli 2024
- Kemenkes RI. 2024. *Hidup Sehat Tanpa Hipertensi*. Tersedia pada: <https://bit.ly/3SBDy1j>. Diakses pada: 22 Juli 2024

- Kementrian PPN/Bappenas, UNICEF Baseline SDG's. 2020. 3 *Kehidupan Sehat dan Sejahtera*. Tersedia pada: <https://bit.ly/4c7i43b>. Diakses pada 26 Juni 2024.
- Kementrian PPN/Bappenas. 2019. *Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024*. (14): 90.
- Khalid, R., Mahmood, S., Sofian, Z.M., Hilles, A.R., Hashim, N.M., and Yi Ge. 2023. *Microneedles and Their Application in Transdermal Delivery of Antihypertensive Drugs—A Review*. 15(8): 20-29.
- Lakhsmi, B.S. dan Yudyawati A.I., 2021. *Hipertensi Masa Kini dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat*. *Jurnal Sanus Medical*. 2(1): 23-25.
- Maulida, N.D., Achmad, S.M., Anhar, M.Y., dan Carabelly, A.N. 2022. *Inovasi Microneedle Patch Pengganti Jarum Suntik Penghantar Vaksin Covid-19 Anak Usia 6-11 Tahun*. 4(1): 34 -43.
- Ningsih, A. W., Pangestu, Z. P., Klau, I. C. S., Pitaloka, A. Y., Rohmah, N. W., Sesi, F. G., & Norsyah, M. B. F. F. 2023. *Artikel Review : Studi Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi pada Tumbuhan Kapulaga (Elletaria cardamomum (L.) Maton)*. *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*, 4(1), 42–47.
- Simandalahi, T., & Yentisukma, Z. S. 2019. *Pengaruh Pemberian Air Rebusan Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Terhadap Tekanan Darah Pada Lansia Penderita Hipertensi Di Wilayah Kerja Puskesmas Andalas Padang*. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 1(2), 93-103.
- Taslia, Heiriyani, H.T., dan Wahdah., R. 2022. *Pengaruh konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh terhadap mortalitas ulat tritip (Plutella xylostella)*. 15(2):108–111
- Vanchapo, A. R., MKes, M., Radian Ilmaskal, S. K. M., Rachmawati Novaria, M. M., Mikrajab, M. A., SKM, M., ... & Sukoco, N. E. W. (2024). *PERENCANAAN DAN EVALUASI KESEHATAN*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Widnyana, I. M. A., Kantriani, N. K., & Siwananda, Y. (2024). Kebijakan Pemerintah Daerah Bali dalam Mewujudkan Penyelenggaraan Pelayanan Kesehatan Tradisional Integrasi. *KERTHA WICAKSANA*, 18(2), 40-45.
- Yahyazadeh, R., Rahbardar, M.G., Razavi, B.M., Karimi, G., and Hosseinzadeh, H. *The effect of Elettaria cardamomum (cardamom) on the metabolic syndrome: Narrative review*. 24(11): 1462-1469.
- Zakaria, N., Bangun, H., Vonna, A., Oesman, F., Khaira, Z., dan Fajrina, F. 2021. *Pengaruh penggunaan polimer HPMC dan polivinil pirolidon terhadap karakteristik fisik transdermal patch natrium diklofenak*. *Jurnal Sains & Kesehatan Darussalam*, 1(2), 58- 66
- Zhang, Y., Cun, D., Kong, X., dan Fang, L. 2014. *Design and evaluation of a novel transdermal patch containing diclofenac and teriflunomide for rheumatoid arthritis therapy*. *Asian Journal of Pharmaceutical Science*, 9(5), 251-259.