

Perbandingan Uji Antimikroba Minyak Hasil Pengolahan Limbah Sarung Tangan Lateks Pasca Sterilisasi Secara Pirolisis Terhadap Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*

Lusi Anggraeni Putri^{1)*}, Novi Fitria^{2,3)}, Tia Fitria³⁾, Anita Oktari¹⁾, Inggis Pinarti³⁾, Tiny Agustini Koesmawati³⁾, Agie Adhitya Gunawan³⁾, Umi Hamidah²⁾

¹⁾Prodi Diploma Analisis kesehatan, Sekolah Tinggi Analisis Bakti Asih, Jl. Padasuka Atas No. 233, Bandung 40192, Indonesia

²⁾Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih BRIN, Jl. Sangkuriang, Kec. Coblong, Bandung 40135, Indonesia

³⁾Prodi S1 Analisis Kimia, Sekolah Tinggi Analisis Bakti Asih, Jl. Padasuka Atas No. 233, Bandung 40192, Indonesia

*Corresponding author: lusianggraeni450@gmail.com

ABSTRAK. Sarung tangan lateks yang berasal dari fasilitas pelayanan kesehatan merupakan limbah padat medis yang bersifat infeksius. Pengolahan limbah sarung tangan lateks dapat dilakukan dengan metode pirolisis untuk mendapatkan minyak (*crude oil*) yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif. Namun pengujian parameter biologi seperti zona hambat kajiannya masih terbatas. Hal ini penting dilakukan untuk menganalisis efektivitas mikroorganisme dalam mendegradasi minyak. Sebagai upaya menurunkan kadar pencemaran minyak, sehingga dilakukan perbandingan uji antimikroba antara *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) sebagai bakteri hidrokarbonoklastik dan *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) sebagai bakteri non-hidrokarbonoklastik. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan zona hambat yang terbentuk dari sampel minyak hasil pirolisis terhadap kedua bakteri dengan metode sumuran. Hasil analisis zona hambat minyak terhadap bakteri *B. subtilis* dan *S. aureus* menunjukkan rata – rata zona hambat 8,5 mm (kategori sedang) dan 18,12 mm (kategori kuat). Semakin kecil rata-rata zona hambat maka kategorinya semakin lemah, namun menunjukkan bakteri semakin efektif dalam mendegradasi minyak. Hasil uji T menunjukkan nilai $\text{Sig } 0,000 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa sifat dan jenis bakteri memberikan rata-rata zona hambat secara signifikan, maka *B. subtilis* (bakteri hidrokarbonoklastik) lebih baik dalam mendegradasi minyak dibandingkan dengan *S. aureus* (bakteri non-hidrokarbonoklastik). Perbedaan zona hambat menunjukkan perbedaan sensitivitas antara kedua jenis bakteri terhadap senyawa yang terkandung dalam minyak hasil pirolisis dari limbah sarung tangan lateks.

Kata Kunci: *Bacillus subtilis*; Limbah Medis; Pirolisis; Sarung Tangan Lateks; *Staphylococcus aureus*; zona hambat

PENDAHULUAN

Limbah yang dihasilkan dari fasilitas kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas, dan klinik merupakan jenis limbah yang tergolong kategori *biohazard* jenis limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan salah satunya adalah sarung tangan lateks, dimana banyak terdapat buangan virus, bakteri dan zat berbahaya sehingga harus dimusnahkan (Bambang *et al.*, 2020). Namun, pengolahan limbah medis yang berasal dari rumah sakit, puskesmas, poliklinik maupun laboratorium medis di Indonesia masih di bawah standar profesional. Bahkan banyak rumah sakit yang membuang dan mengolah limbah medis tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku (Oktariana *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, perlu adanya alternatif proses daur ulang limbah medis. Salah satu cara untuk mengkonversi limbah medis yaitu dengan menggunakan metode pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. (Laelasari, 2021). Pirolisis selama ini dianggap sebagai cara yang praktis dan efisien untuk menghasilkan *bio-oil* yang dapat digunakan sebagai bahan bakar karena dianggap sebagai energi terbarukan dan pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi sehingga dikembalikan kebentuk semula, cara ini juga optimal untuk mengelola limbah medis dan berdampak positif terhadap lingkungan (Novia, 2021).

Penelitian terkait pemanfaatan limbah medis telah dilaporkan oleh beberapa peneliti, salah satunya oleh Kartika (2024) penelitiannya mengkonversi limbah medis sarung tangan lateks menjadi suatu bahan bakar minyak dengan menggunakan proses pirolisis. Dari sampel 125 gram terjadi pada suhu optimum 260 - 292°C. Hasil penelitian menyatakan bahwa minyak hasil pirolisis setara dengan minyak solar dengan nilai berat jenis 848 – 862 Kg/m³, nilai viskositas 2,0264 – 2,7468 mm²/s, dan nilai titik nyala 55 - 70°C sesuai standar

Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi No.119.K/18/DJM/2020. Selain parameter kimia dan fisika, diperlukan uji karakteristik parameter biologi dari minyak hasil pirolisis. Salah satunya yaitu dengan uji antimikroba. Uji antimikroba menggunakan bakteri dapat membantu dalam pemantauan lingkungan untuk memastikan suatu bahan antimikroba dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menguraikan hidrokarbon, sehingga mencegah potensi dampak lingkungan yang merugikan (Sunada *et al.*, 2019).

Mikroorganisme seperti bakteri dapat memanfaatkan hidrokarbon dari minyak yang mengandung hidrokarbon baik secara utuh maupun sebagian untuk proses metabolismenya (Nugroho, 2017). Menurut Sayuti (2015) bakteri hidrokarbon dalam aktivitas hidupnya memerlukan molekul karbon sebagai salah satu sumber nutrisi dan energi untuk melakukan metabolisme dan perkembangan biakannya bakteri ini disebut bakteri hidrokarbonoklastik. Sedangkan senyawa non – hidrokarbon merupakan nutrisi pelengkap yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya.

Telah banyak peneliti yang melakukan pemanfaatan limbah medis sebagai potensi bahan bakar alternatif. Namun hingga saat ini penelitian terkait pengujian antimikroba terhadap minyak yang diperoleh dari pengolahan limbah medis sarung tangan lateks masih terbatas. Oleh karena itu, pada penelitian ini minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks hasil pirolisis diuji dengan bakteri *B. Subtilis* (hidrokarbonoklastik) bakteri yang dapat mendegradasi karbon dan diuji dengan bakteri *S. aureus* (non-hidrokarbonoklastik) bakteri yang tidak memakai sumber karbon sebagai sumber nutrisi dan energi untuk melakukan metabolisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan zona hambat yang terbentuk dalam pengujian antimikroba minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks terhadap bakteri *B. subtilis* dan bakteri *S. aureus*.

METODE PENELITIAN

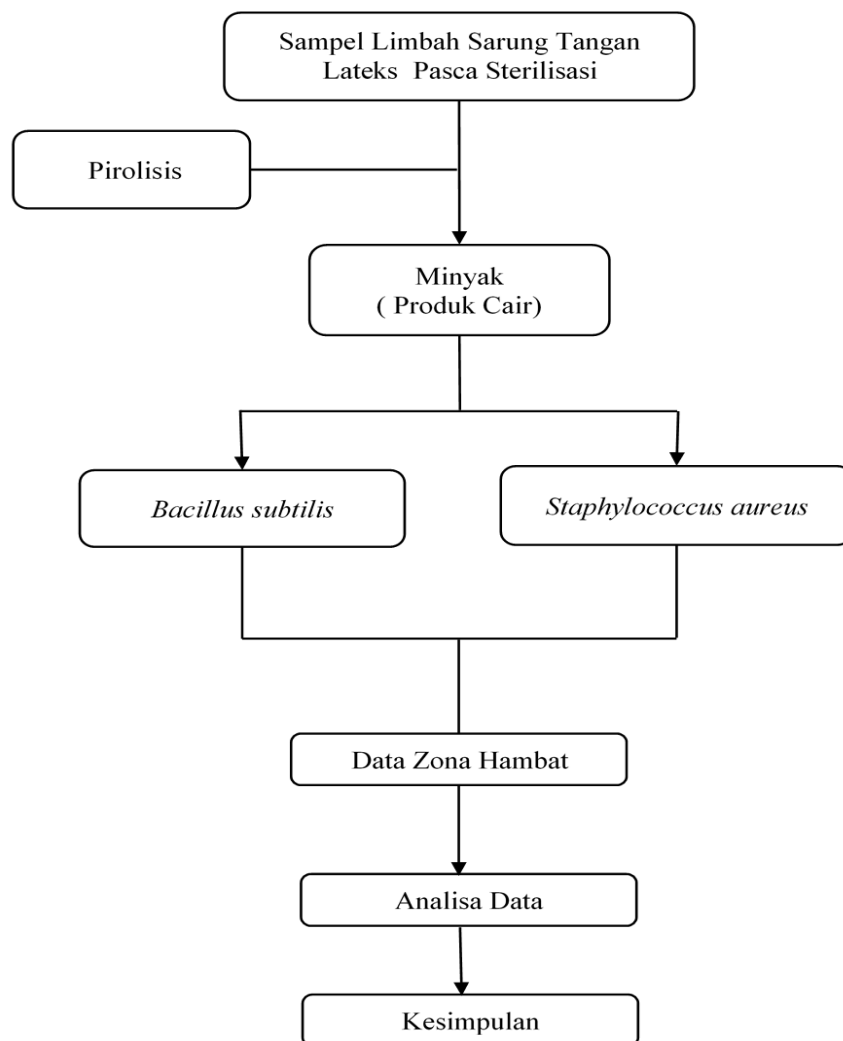
Penelitian ini dilaksanakan mulai dari penyusunan proposal hingga penyusunan laporan akhir yaitu sejak bulan Februari - Juli 2024. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih BRIN, Cisit, Kota Bandung. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian Eksperimental dengan desain *post test only design* karena penelitian ini bertujuan untuk mencari perbedaan hasil zona hambat, kemudian rata-rata zona hambat di uji beda nyata dengan menggunakan Uji T untuk melihat apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak. Metode yang digunakan adalah metode sumuran dengan 4 (empat) kali pengulangan.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks. Terdapat dua kelompok perlakuan yaitu uji antimikroba minyak terhadap bakteri *B. subtilis* (hidrokarbonoklastik) dan bakteri *S. aureus* (non-hidrokarbonoklastik).

Alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, alat sterilisasi, autoklaf, aquadest, alkohol, bata drugalsky, botol kaca 20 ml, Bunsen, bakteri *B. subtilis*, bakteri *S. aureus*, cawan petri, erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, *hotplate*, inkubator, label, LAF (*Laminar Air Flow*), mikropipet, media agar NA, media agar NB, NaCl, ose, rak tabung reaksi, sumuran (*cork borer*) 0,6 mm, sampel minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks, tabung reaksi, timbangan analitik, tip mikropipet.

Prosedur penelitian diawali dengan pencucian alat-alat yang diperlukan hingga bersih kemudian dikeringkan dan disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 120°C selama 15 menit. Kemudian membuat sebanyak 14 g serbuk media NA ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan dilarutkan dengan aquadest sebanyak 500 mL, lalu dipanaskan sampai mendidih dan larut sempurna. Kemudian disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C. Media Na yang sudah disterilkan sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditunggu hingga memadat. Selanjutnya diambil satu ose bakteri *B. Subtilis* murni dan bakteri *S. aureus* murni digoreskan pada media *Nutrient Agar* yang telah memadat dengan cara zig-zag dari arah dalam tabung reaksi, lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dan sebanyak 10 mL ke dalam cawan petri untuk pengujian daya hambat minyak hasil pirolisis limbah medis sarung tangan lateks terhadap bakteri *B. subtilis* dan bakteri *S. aureus*. Biakan bakteri yang telah diremajakan kemudian diambil satu ose lalu diinokulasikan pada media *Nutrient Broth* (NB) dihomogenkan lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Uji aktivitas antimikroba dilakukan dengan metode Kirby Bauer menggunakan difusi sumuran. Kemudian dibuat suspensi bakteri untuk spread plate dengan perbandingan 9:1 (9 mL NaCl fisiologis 90% dan 1 mL NB). Suspensi bakteri dituang 0,1 mL di permukaan agar NA yang telah memadat lalu *spread plate* menggunakan batang *spread*. Media yang sudah dituangkan suspensi bakteri dilubangi menggunakan *cork borer* berdiameter 0,6 mm masing-masing dibuat sumuran 4 lubang sumuran.

Kemudian minyak hasil pirolisis limbah medis sarung tangan lateks dimasukkan kedalam lubang sumuran media sebanyak 20 mL cawan petri diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C. diameter zona hambat diukur menggunakan penggaris dengan satuan mm. Diameter zona hambat diukur dan dibandingkan terhadap bakteri *B. subtilis* (hidrokarbonoklastik) dan bakteri *S. aureus* (non-hidrokarbonoklastik). Adapun bagan alur dari penelitian tersedia pada Gambar 1.



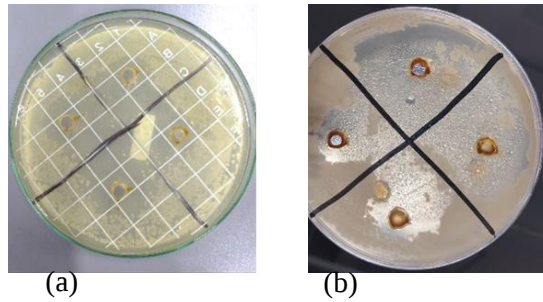
Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rata-rata 4 kali pengulangan aktivitas zona hambat di sekitaran sumuran disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Rata-rata zona hambat minyak terhadap bakteri *B. subtilis* dan bakteri *S. aureus*

Pengulangan	Rata-rata (mm) ± Standar deviasi	Kategori
Bakteri <i>B. subtilis</i>	8,5 mm ± 1,47	Lemah
Bakteri <i>S. aureus</i>	18,12 mm ± 6,04	Kuat



Gambar 2. Hasil Zona Hambat Minyak Terhadap Bakteri (a) *B. subtilis*, (b) *S. aureus*

Menurut Davis dan Stout (1971), kriteria kekuatan daya antimikroba adalah diameter zona hambat kurang dari 5 mm dikategorikan lemah, zona hambat 5-10 mm dikategorikan sedang, zona hambat 10-20 mm dikategorikan kuat dan zona hambat 20 mm atau lebih dikategorikan sangat kuat. Namun dalam penelitian ini semakin lemah zona hambat, bakteri semakin efektif dalam mendegradasi minyak. Berdasarkan kriteria tersebut, maka daya antimikroba minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks terhadap bakteri *B. subtilis* didapatkan hasil diameter rata-rata 8,5 mm hal ini termasuk kedalam kategori sedang. Daya antimikroba minyak terhadap bakteri *S. aureus* didapatkan hasil diameter rata-rata 18,12 mm termasuk kategori kuat.

Aktivitas antimikroba minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks lebih peka terhadap bakteri *B. subtilis* dibandingkan dengan bakteri *S. aureus*. Hal ini dikarenakan bakteri *B. subtilis* termasuk ke dalam bakteri hidrokarbonoklastik dimana bakteri hidrokarbonoklastik mempunyai enzim oksidase yang berperan dalam reaksi masuknya oksigen ke dalam senyawa kimia melalui proses oksidasi. Enzim oksigenasi dibagi menjadi dua yaitu monooksidase dan dioksigenase (Puspitasari dkk, 2020). Aktivitas hidupnya memerlukan molekul karbon sebagai salah satu sumber nutrisi dan energi untuk melakukan metabolisme dan perkembangbiakannya. Sedangkan bakteri *S. aureus* tergolong senyawa non-hidrokarbon merupakan nutrisi pelengkap yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya.

Kemampuan bakteri *B. subtilis* (hidrokarbonoklastik) dalam menghambat minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan latex dikarenakan adanya minyak hasil pirolisis yang mengandung senyawa organik termasuk fenol, aldehid, dan hidrokarbon aromatik, penghambatan struktur dinding sel menggunakan gugus -OH senyawa fenol yang dapat mendenaturasi protein dan dapat melarutkan lemak dengan cara berikatan dengan adanya senyawa ini rantai karbon menjadi terputus sehingga terbentuk celah pada membrane sel (Ainurrochmah dkk, 2013). Sedangkan bakteri *S. aureus* (non-hidrokarbonoklastik) tidak dapat menghambat minyak hasil pirolisis limbah sarung tangan latex dikarenakan tidak memiliki enzim spesifik yang diperlukan untuk memecah struktur kimia kompleks hidrokarbon, bakteri non-hidrokarbon lebih cenderung memanfaatkan sumber karbon lain yang lebih sederhana seperti karbohidrat, protein, atau lipid dan tidak memiliki sistem enzimatik yang memadai untuk menguraikan hidrokarbon karena sifat struktur molekulnya yang hidrofobik (Varjani, 2017).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan zona hambat *B. subtilis* dan *S. aureus* terhadap minyak hasil pirolisis sarung tangan lateks berbeda signifikan dengan $p\text{-value} < 0,05$. *B. subtilis* memberikan zona hambat yang lebih kecil secara signifikan dibandingkan zona hambat *S. aureus*. Hal ini membuktikan bahwa *B. subtilis* memiliki potensi sebagai agen biodegradasi minyak yang lebih efektif dibandingkan dengan *S. aureus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara atas pembiayaan Rumah Program 4 Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan Badan Riset dan Inovasi Nasional Tahun Anggaran 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrochmah, Anis, Evie Ratnasari, and Lisa Lisdiana. (2013). "Efektivitas Ekstrak Daun Binahong (*Anredera Cordifolia*) Terhadap Penghambatan Pertumbuhan Bakteri *S. Higella Flexneri* Dengan Metode Sumuran." *Jurnal LenteraBio* 2 (3): 233–37.
- Bambang, Setiawan, Marlik. (2020). "288282401," no. February 2019.

- <https://core.ac.uk/download/pdf/288282401.pdf>.
- Davis, W. W., and Stout, T. R. (1971). Disc plate method of microbiological antibiotic assay. II. Novel procedure offering improved accuracy. *Applied Microbiology*, 22(4), 666– 670. <https://doi.org/10.1128/aem.22.4.666-670.1971>.
- Laelasari, Eva. (2021). “Manajemen Pengelolaan Limbah Medis Rumah Tangga Era Pandemi Covid-19 Di Indonesia: Narrative Literature.” *Jurnal, Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian* 1 (1): 447–58.
- Nugroho, Astri. (2017). “Dinamika Populasi Konsorsium Bakteri Hidrokarbonoklastik : Studi Kasus Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Skala Laboratorium (The Dynamic Population of the Bacterial Hydrocarbonoclastic Concorsium in the Crude Oil Sludge Degradation).” *Jurnal ILMU DASAR* 8 (1): 13–23.
- Novia, Tia. (2021). “Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis.” *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains* 4 (01): 33–41. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v4i01.3481>.
- Oktariana, Rita, and Kiswanto Kiswanto. (2021). “Evaluasi Sistem Pengelolaan Limbah Padat (Medis Dan Non Medis) Rumah Sakit Teungku Peukan Kabupaten Aceh Barat Daya.” *Jurnal Biology Education* 9 (2): 123–33. <https://doi.org/10.32672/jbe.v9i2.3634>.
- Puspitasari, Ita, Agus Trianto, and Jusup Supriyanto. (2020). “Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Minyak Dari Perairan Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang.” *Journal of Marine Research* 9 (3): 281–88. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27606>.
- Sayuti, Irida, and Suratni. (2015). “Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbonoklastik Dari Limbah Cair Minyak Bumi GS Cevron Pasifik Indonesia Di Desa Benar Kecamatan Rimba Melintang Rokan Hilir.” *Prosiding Semirata*, 320–34. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/semirata2015/article/view/13752>.
- Sunada, I Wayan, and Eko Hary Agustin Juwaningsih. (2019). “Aplikasi Teknologi Inovasi Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum Plus Guna Peningkatan Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman.” *Partner* 24 (2): 1096. <https://doi.org/10.35726/jp.v24i2.383>.
- Varjani, Sunita J. (2017). “Bioresource Technology Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons.” *Bioresource Technology* 223: 277–86.