

IDENTIFIKASI TITIK KRITIS KEHALALAN PRODUK MIKROBIOLOGI

(The Identification of Halalnes Critical Point of Microbiological Products)

Aji Jumiono^{1a}, Mardiah², Lia Amalia², Erna Puspasari²¹Magister Teknologi Pangan, Universitas Djuanda²Halal Science Center, Universitas Djuanda^a Korespondensi: Aji Jumiono, E-mail: ajijumiono@unida.ac.id

(Diterima: 04-10-2023; Disetujui: 16-04-2024)

ABSTRACT

The development of the microbiology industry has given rise to an urgent need to understand the concept of halal microbiology products. The halal status of microbiological products refers to the Fatwa of the Indonesian Ulema Council Number 1. The aim of this study is to explore the halalness of microbiological products through a comprehensive literature review, with a focus on the scope of microbiological products, halal status based on the MUI fatwa which provides halal fatwa on products that are certified halal in Indonesia. As a reference for giving fatwa, there is MUI Fatwa Number 1 of 2012 concerning the Use of Microbes and Microbiological Products. The halal status of microbiological products can be viewed from each stage of the manufacturing process, known as the Halal Critical Point (TKH). There are 6 TKH in the microbiological product production process which must be maintained so that they are not contaminated with haram and unclean materials, namely: starting with microbial culture (TKH 1), followed by the refreshing process (TKH 2), then the inoculum development stage (TKH 3) which is continued with product production in a bioreactor (TKH 4). After that, the product is harvested and continues with the product purification stage (TKH 5). In the final stage of production, stabilization is carried out and packaged until it becomes a final product that is ready to be marketed (TKH 6). By identifying halal critical points, the halal status of microbiological products can be traced so that they meet the criteria for halal products according to the MUI Fatwa.

Keywords: Halal Identification, Halal Critical Points, Microbial Products**ABSTRAK**

Pengembangan industri mikrobiologi telah memunculkan kebutuhan mendesak untuk memahami konsep kehalalan produk mikrobiologi. Status kehalalan produk mikrobiologi dapat ditinjau dari setiap tahapan proses pembuatannya yang dikenal dengan Titik Kritis Halal (TKH). Terdapat 6 TKH dalam proses produksi produk mikrobiologi yang harus dijaga agar tidak terkontaminasi bahan haram dan najis, yaitu : diawali dari kultur mikroba (TKH 1), dilanjutkan dengan proses penyegaran (refreshing) (TKH 2), kemudian tahap pengembangan inokulum (TKH 3) yang dilanjutkan dengan produksi produk dalam bioreaktor (TKH 4). Setelah itu dilakukan pemanenan produk dan dilanjutkan dengan tahap produk dimurnikan (TKH 5). Pada tahap akhir produksi dilakukan stabilisasi dan dikemas hingga menjadi produk akhir yang siap dipasarkan (TKH 6). Tujuan kajian ini adalah untuk mengeksplorasi kehalalan produk mikrobiologi berdasarkan fatwa MUI yang memberikan fatwa halal pada produk yang disertifikasi halal di Indonesia. Status kehalalan produk mikrobiologi mengacu pada Fatwa Majelis Ulama Indonesia. Sebagai rujukan pemberian fatwa, MUI telah menerbitkan Fatwa Nomor 1 Tahun 2012 tentang Penggunaan Mikroba dan Produk Mikrobiologi. Melalui identifikasi titik kritis halal pada proses produksi produk mikrobiologi maka status kehalalan produk mikrobiologi dapat ditelusuri agar memenuhi kriteria produk halal sesuai Fatwa MUI.

Kata kunci: Identifikasi Halal, Titik Kritis Kehalalan, Produk Mikrobiologi**How to cite:**

Jumiono, A., Mardiah, M., Amalia, L., & Puspasari, E. (2024). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Produk Mikrobiologi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(1), 84–95.
<https://doi.org/10.30997/jiph.v6i1.10633>

1. Pendahuluan

Produk mikrobiologi merupakan menjadi komponen penting dalam berbagai industri, mulai dari pangan, kosmetika hingga farmasi, yang memberikan kontribusi besar bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan meningkatnya kompleksitas proses produksi, isu kehalalan produk mikrobiologi menjadi semakin mendesak untuk dikaji lebih lanjut (Atma et. al. 2018). Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang kehalalan produk mikrobiologi menjadi sangat penting dalam memastikan bahwa produk-produk tersebut memenuhi standar keamanan dan kehalalan yang berlaku.

Pada kajian ini dilakukan literatur review tentang kehalalan produk mikrobiologi menjadi relevan dan bermanfaat untuk menyajikan tinjauan komprehensif tentang perkembangan terbaru untuk memahami konsep kehalalan produk mikrobiologi (Jaswir et. al., 2020). Kajian literatur meliputi: ruang lingkup produk mikrobiologi, status kehalalan produk mikrobiologi berdasarkan standar Fatwa MUI dan Titik Kritis Kehalalan (TKH) proses produksi produk mikrobiologi. Hasil literatur review ini sangat bermanfaat dan memberi kontribusi yang signifikan bagi pemahaman dan pengembangan pengetahuan tentang kehalalan produk mikrobiologi dalam menghadapi kompleksitas dan tantangan dalam menjaga kehalalan produk mikrobiologi.

Tujuan dari kajian ini adalah untuk menyelidiki dan menganalisis berbagai aspek terkait kehalalan produk mikrobiologi sesuai prinsip-prinsip kehalalan dalam industri mikrobiologi. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pendekatan dalam menilai kehalalan produk mikrobiologi, menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi status kehalalan dalam proses produksi produk mikrobiologi. Diharapkan bahwa hasil dari penelitian ini akan memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan kebijakan, pedoman praktik, dan kesadaran konsumen terkait kehalalan produk mikrobiologi, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan keamanan produk mikrobiologi yang beredar di pasar.

2. Hasil dan Pembahasan

2.1 Definisi, ruang lingkup dan contoh produk mikrobiologi

Produk mikrobiologi adalah produk yang dihasilkan oleh aktivitas mikroba baik jenis kapang, khamir, bakteri, virus, alga, ganggang, sel lestarsi rekombinan (*recombinant cell line*). Mikroba tersebut ditumbuhkan pada media atau substrat tertentu dan kondisi tertentu agar menghasilkan produk sesuai dengan tujuannya.

Mikroba dalam proses produksi produk mikrobiologi dapat dengan sengaja ditambahkan maupun tidak sengaja ditambahkan, misalnya pada produksi MSG sengaja ditambahkan bakteri *Corriniae bacterium glutamicum*. Terdapat produk yang termasuk produk mikrobiologi namun tanpa penambahan mikroba secara sengaja, misalnya pada produksi kimchi, sauerkraut dan acar (pikels) yang pada prosesnya menggunakan tambahan garam dengan konsentrasi tertentu sehingga mikroba alami yang tidak diharapkan akan mati sedangkan mikroba yang diharapkan akan hidup dan berkembang biak dengan baik. Contoh fermentasi alami lainnya adalah dalam pembuatan tuak dimana nira akan dibiarkan beberapa hari sehingga berubah menjadi tuak. Contoh proses fermentasi spontan dengan rekayasa proses agar mikroba alami yang sesuai kondisinya yang dapat tumbuh. Contoh produk lainnya adalah proses pembuatan tempoyak, terasi dan bekasam.

Produk mikrobiologi lainnya secara umum melakukan penambahan dengan sengaja mikroorganisme tertentu dalam proses pembuatan produknya, seperti pada proses pembuatan MSG, tempe, tape, kecap, asam sitrat, beberapa biopolimer alami seperti xanthan gum, gelatin, pululan, dextrans, asam laktat, lisin, methionin, vanilin biosintetik, dan asam firulat oleh mikroba streptomyces. Berbagai contoh produk lainnya seperti ethanol, aseton, tepung Mocaf, vaksin polio, vaksin flu, vaksin meningitis, vaksin MMR, ragi roti, angkak, kultur probiotik, Valin, vitamin B12, vitamin B2, vitamin C, protein sel tunggal, bio surfaktan, enzim alfa-milase, enzim protease, lipase, isomerase, pektinase, pululanase, asam arakidonat, spirulina, chlorella, asam hialuronat, dan lain-lain.

2.2 Rujukan Status Kehalalan Produk Mikrobiologi

Majelis Ulama Indonesia (MUI) merupakan lembaga yang memberikan fatwa halal terhadap status kehalalan produk yang akan disertifikasi halal di Indonesia. Dalam pemberian fatwa halal produk mikrobiologi, MUI telah mengeluarkan rujukan berupa fatwa Nomor 1 Tahun 2012 tentang Penggunaan Mikroba dan Produk Mikrobiologi. Dalam Fatwa ini berisi kesimpulan sebagai berikut:

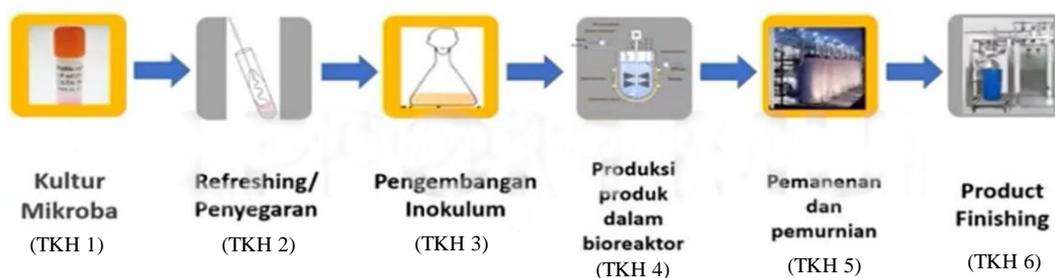
1. Mikroba pada dasarnya adalah halal selama tidak membahayakan dan tidak terkena najis.
2. Mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang suci maka hukumnya halal.
3. Mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang najis, kemudian dapat dipisahkan antara mikroba dan mediana maka hukumnya halal setelah disucikan.
4. Produk mikrobiologi dari mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang suci hukumnya halal.
5. **Produk mikrobiologi yang tumbuh pada media pertumbuhan yang najis, apabila dapat dipisahkan antara mikroba dan mediana maka hukumnya halal setelah disucikan.**
6. **Mikroba dan produk mikrobiologi dari mikroba yang memanfaatkan unsur babi**

sebagai media pertumbuhannya hukumnya haram.

7. Hukum umum cara pencucian produk mikrobiologi : mikroba dan produk mikrobiologi yang tumbuh pada media pertumbuhan yang terkena najis kemudian disucikan secara syar'i (*tathir syar'i*), yaitu melalui produksi dengan komponen air mutlak minimal 2 qullah (setara 270 liter) maka hukumnya halal.

2.3 Titik Kritis Kehalalan Produk Mikrobiologi

Identifikasi titik kritis kehalalan (TKH) dalam proses fermentasi yang paling mudah adalah dengan melakukan verifikasi titik kritis pada tiap-tahapan proses fermentasi. Pada tiap tahapan proses perlu dilakukan analisa penggunaan bahan penolong prosesnya. Secara umum, tahapan proses dalam produksi produk mikrobiologi diawali dari kultur mikroba (TKH 1), dilanjutkan dengan proses penyegaran (*refreshing*) (TKH 2), kemudian tahap pengembangan inokulum (TKH 3) yang dilanjutkan dengan produksi produk dalam bioreaktor (TKH 4). Setelah itu dilakukan pemanenan produk dan dilanjutkan dengan tahap pemurnian produk (TKH 5). Pada tahap akhir produksi dilakukan stabilisasi dan pengemasan produk hingga menjadi produk akhir yang siap dipasarkan (TKH 6) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Identifikasi Titik Kritis Halal (TKH) Produk Mikrobiologi

Penjelasan dari 6 (enam) titik kritis kehalalan (TKH) pada tiap tahapan proses produksi adalah sebagai berikut :

2.3.1 Kultur mikroba (TKH 1)

Kultur mikroba dapat diperoleh dari isolasi sendiri ataupun dibeli dari bank kultur (*culture bank*) yang biasanya disimpan dalam freezer agar strain tersebut berada pada kondisi dormán (in-aktif) sebelum digunakan. Untuk melindungi kultur mikroba agar tidak rusak selama disimpan pada suhu dingin setelah melalui proses pengeringan beku (liofilisasi), maka diperlukan bahan pelindung (*cryoprotectant*). Bahan yang umumnya digunakan sebagai cryoprotectant adalah gliserol, laktosa, *skim milk powder*, tanah steril, dan sebagainya. Gliserol dapat diperoleh dari hasil hidrolisis lemak hewani, sedangkan laktosa dapat diperoleh dari hasil samping pengolahan keju pada tahap koagulasi yang dapat melibatkan enzim hewani. Titik kritisnya terletak pada hewan sumber gliserol dan enzim yang digunakan pada proses pembuatan keju.

Sesuai ketentuan fatwa dari MUI, jika kultur mikroba merupakan kultur murni maka status halalannya mengikuti hukum asal benda yaitu hukumnya halal. Kultur murni merupakan isolat murni mikroba yang tidak mengalami proses modifikasi atau diambil langsung dari lingkungan alamnya. Namun, jika bakteri berasal dari bakteri yang sudah dimodifikasi (GMO), maka status halalannya tergantung pada sumber gen yang digunakan, jika berasal dari gen babi, manusia dan atau hewan haram maka hukumnya haram. Contohnya produk mikroba rekombinasi (GMO), misalnya hormon insulin yang diproduksi oleh bakteri *E. coli* rekombinan dengan gen dari pankreas babi pasti tidak bisa untuk memperoleh sertifikat halal. Contoh lainnya adalah hormon pertumbuhan (growth hormone) yang diproduksi dari rekombinasi *E. coli* dengan menyisipkan gen yang berasal dari manusia.

Pada kasus organisme rekombinan yang menggunakan gen sintetik yang menyerupai gen dari manusia, maka status kehalalannya memerlukan verifikasi: 1) sumber gen sintetik bukan berasal dari yang haram dengan memverifikasi sumber bahan pembuatan gen sintetik untuk meyakini tidak terdapat kontaminasi haram, 2) sumber enzim-enzim yang terlibat dari proses rekombinasi yang digunakan mulai dari enzim restriksi untuk memotong struktur untai DNA, enzim ligase untuk menyambungkan DNA, enzim polimerase untuk membuat struktur polimer,

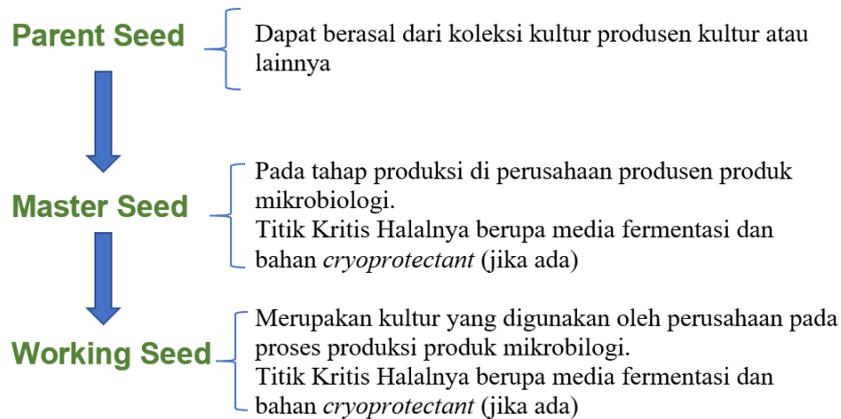
dan lain-lainnya, dan 3) media yang digunakan saat melakukan proses rekombinasi juga harus terbuat dari bahan yang halal.

Status kehalalan kultur mikroba juga ditentukan oleh media pada kulturnya. Jika kultur melalui proses pencucian maka status kehalalannya ditentukan pada ada atau tidaknya penggunaan bahan yang berasal dari babi dan turunannya. Jika pada media terdapat bahan yang mengandung babi maka produk terkontaminasi najis berat (*najis mughaladzah*) dan berstatus najis. Sesuai dengan ketentuan syariat, semua yang najis adalah haram. Jika pada proses mendapatkan kultur tidak terdapat proses pencucian maka perlu verifikasi bebas bahan hewani agar yakin tidak ada potensi najis berat maupun najis sedang (*muthawasithoh*).

Status kehalalan media untuk mendapatkan kultur mikroba yang digunakan untuk memproduksi produk mikrobial perlu untuk menelusuri hingga awal pembuatan kultur mikroba. Kultur mikroba yang digunakan untuk memproduksi produk mikrobial (*working seed*) umumnya berasal dari perbanyakan kultur utamanya (*master seed*), sedangkan master seed umumnya diperoleh dari indukan kultur awalnya (*parent seed*). *Parent seed* ini bisa berasal dari tim R&D milik perusahaan sendiri atau berasal dari bank kultur (*culture bank*) lembaga kolektor kultur milik swasta, pemerintah maupun lembaga internasional seperti WHO. Perusahaan memelihara parent seed menjadi Master Seed dengan membiakkan di dalam media tertentu kemudian diawetkan dengan dalam bentuk kering beku (liofilisasi) kemudian disimpan. Pada tahap ini TKH-nya adalah pada penggunaan media dan bahan cryoprotectant (jika ada). Pembuatan *working seed* dilakukan dengan mengambil satu masterpiece kemudian diperbanyak dalam media tertentu sampai menjadi sel yang siap disimpan dan sewaktu-waktu dapat digunakan sebagai *working seed*. Status kehalalan dapat diperoleh dengan menelusuri informasi awal pembuatan parent seed awal, misalnya melalui jurnal yang terbit pada masa parent seed tersebut dibuat. Jika informasi ketelusuran media dapat menjelaskan media terkontaminasi bahan haram/najis maka statusnya jelas haram/najis, namun jika tidak dapat ditelusuri lagi maka statusnya adalah *majhul* (tidak diketahui). Jika *majhul* maka status hukumnya mengikuti hukum awal

mikroba yaitu halal. Namun jika dapat ditelusuri maka dapat diperjelas status terkontaminasi atau tidaknya kultur tersebut. Jadi, jika tidak ditemukan data master seed atau parent seed maka statusnya *majhul* dan

status kehalalannya dapat diverifikasi melalui pengecekan apakah mikroba murni, media yang digunakan dan ada tidaknya *cryoprotecting agent* yang digunakan.



Gambar 2. Tahapan Pembuatan Kultur Mikroba

2.3.2 Media Penyegaran (TKH 2)

Penyegaran dilakukan karena bentuk awetan kultur mikroba biasanya ada pada kondisi dormant (tidur). Penyegaran dilakukan dengan memberikan kultur mikroba media yang kaya nutrisi pada media agar miring. Komposisi agar miring, selain mengandung agar-agar dari rumput laut, juga diperkaya dengan nutrisi berupa sumber karbon, sumber nitrogen dan mineral. Beberapa jenis mikroba menggunakan darah hewan (blood agar) sebagai sumber nutrisi pada agar miring. Sumber karbon yang digunakan dapat berupa gula sederhana seperti glukosa/dekstrosa. Sumber nitrogen yang digunakan umumnya berupa péptida seperti pepton yang merupakan hasil hidrolisis parsial dari protein hewani maupun nabati. Proses hidrolisis dapat menggunakan enzim yang digunakan untuk menghidrolisis umumnya berasal dari hewani atau mikrobial. Titik kritisnya terletak pada sumber protein dan enzim untuk proses hidrolisi. Enzim yang umum digunakan adalah protease yang berasal dari pankreas babi (*pancreatic enzyme*). Pada media yang menggunakan darah hewan maka titik kritisnya terletak pada sumber hewan dan pada proses hilir produknya.

Pepton merupakan salah satu bahan yang umum digunakan sebagai sumber nitrogen pada media pertumbuhan mikroorganisme. Penggunaan pepton sangat luas mencakup

penggunaan pada laboratorium mikrobiologi hingga pada industri berbasis bioteknologi. Pepton inilah yang biasanya menjadi persoalan utama status kehalalan media yang digunakan. Pada kasus tertentu dapat terjadi dua perusahaan yang memproduksi produk mikrobiologi yang sama namun memiliki status kehalalan berbeda jika media pada pembuatan *master seed* berbeda status kehalalannya. Pepton umumnya dibuat dari hidrolisis protein menggunakan enzim. Status halal pepton dipengaruhi oleh sumber protein yang dihidrolisis dan sumber enzimnya. Jika sumber protein atau enzimnya berasal dari babi maka tidak dapat digunakan untuk proses produksi halal. Pada proses hidrolisis, selain menggunakan enzim dapat pula menggunakan asam namun seringkali asam amino yang dihasilkan tidak selengkap hidrolisis menggunakan enzim.

2.3.3 Pengembangan Inokulum (TKH 3)

Setelah mikroba disegarkan selanjutnya dikembangkan inokulum dengan menumbuhkan pada agar miring kemudian diinokulasikan pada media cair dalam Erlenmeyer (shake flask) yang akan digunakan sebagai inokulum untuk proses berikutnya. Inokulum dibuat secara bertingkat pada berbagai skala/ukuran bioreaktor untuk memperpendek *lag phase* pada skala bioreaktor berikutnya. Tujuan pengembangan

inokulum adalah memperbanyak sel agar jumlahnya mencukupi serta adaptasi sel sebelum dipindahkan ke media produksi.

Media yang umum digunakan pada inokulum ini perlu mengandung sumber karbon, sumber nitrogen, faktor pertumbuhan (growth factor), vitamin dan mineral. Media yang digunakan pada saat pengembangan inokulum sangat mirip dengan media pada saat produksi. Sumber karbon yang digunakan umumnya berupa gula (glukosa atau sukrosa), sedangkan sumber nitrogen yang digunakan dapat berupa amonia, amonium sulfat, urea, atau lainnya. Selain itu juga ditambahkan sumber vitamin (Vitamin B1, B6, dan B kompleks), dan sumber mineral (KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , MgSO_4 , ZnSO_4).

Titik kritisnya kehalalan pada tahap inokulum ini terletak pada sumber vitamin yang bisa berasal dari hewani atau produk mikrobiologi yang melibatkan bahan hewani. Titik kritis lainnya berasal dari sumber karbohidrat yang dapat berasal dari hidrolisat pati yang dihidrolisis oleh enzim. Contoh-contoh enzim hewani yang dapat dilibatkan dalam penyiapan media : alfa amilase, lipase, fosfolipase, protease, rennet, aminoasilase, katalase, amino acid oksidase, chloroperoksidase yang sumber enzim-enzim ini dapat berasal dari pankreas sapi atau babi, usus besar sapi, ginjal, hati dan jaringan hewani lainnya.

Sel yang digunakan untuk pembuatan produk mikrobiologi seringkali berada pada fase yang ter-imbilisasi. Pada bentuk terimbilisasi ini sel mikroba dijerat atau dilekatkan pada suatu matriks tertentu sehingga dapat digunakan berulang kali, lebih ekonomis dan memudahkan proses produksi. Bahan untuk matriks imobilisasi dapat berupa alginat, agar, karagenan, selulosa atau turunan selulosa, karbon aktif, glutaraldehid, kolagen atau gelatin. Teknik imobilisasi ada beberapa macam, diantaranya dengan teknik adsorpsi, crosslinking, covalent binding, amupun entrapment (pnejerapan). Imobilisasi dengan cara entrapment merupakan cara yang paling umum digunakan. Titik kritis halal pada bahan imobilisasi ini jika menggunakan bahan yang berasal dari hewani seperti karbon aktif dari tulang hewan amupun kolagen dan gelatin dari hewan.

2.3.4 Produksi Produk dalam Bioreaktor (TKH 4)

Media produksi umumnya menggunakan media yang mudah untuk didapatkan dan memiliki harga yang murah. Sumber media yang digunakan dapat berasal dari produk samping agro industri seperti molases, limbah tahu, *corn steep liquor*, lemak/minyak hewani atau turunan lemak seperti gliserol, protein hasil hidrolisat protein hewani maupun nabati, hidrolisis pati, vitamin, mineral, asam amino biotin hasil produksi asam glutamat, dan lain sebagainya. Penambahan biotin ditujukan untuk meningkatkan permeabilitas membran sehingga produk dapat keluar dari sel mikroba dengan lebih mudah. Titik kritis pada proses ini adalah pada penggunaan bahan yang berasal dari hewan.

Media kultur sel hewan umumnya mengandung komponen bahan yang sangat kompleks sekitar lima puluh komponen tunggal dan sering pula disuplementasi dengan serum darah hewan. Serum merupakan komponen kompleks yang harganya mahal. Bila produk kultur sel hewan berupa protein, maka pemurnian produknya pun menjadi sangat kompleks. Oleh karena itu pada produksi skala besar komposisi medium sangat penting dipertimbangkan agar semurah mungkin dengan mengganti komponen serum dengan bahan-bahan lain yang lebih murah. Contohnya, beberapa jenis kultur sel hewan sekarang dapat ditumbuhkan dalam medium tanpa mengandung serum seperti kultur sel hibridoma dan sel *Chinese hamster ovary* (CHO). Konsentrasi protein antibodi dari sel hibridoma dapat berkisar 100-200 mg/liter sehingga proses pemurniannya dari medium tanpa serum menjadi lebih mudah.

Pada proses produksi di bioreaktor seringkali menimbulkan busa (foam). Busa dapat menyebabkan mikroba terangkat ke permukaan sehingga tidak dapat mencapai media dan pada akhirnya mikroba mengalami kerusakan (lisis). Untuk mencegah timbulnya busa perlu ditambahkan zat antifoam yang berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan selama proses fermentasi. Bahan tambahan untuk mencegah terbentuknya busa diantaranya silikon, sulfonat, ester, minyak/lemak termasuk dari lemak hewani (*lard/tallow*) atau dalam bentuk asam lemak. Titik kritis zat antifoam ini adalah jika berasal dari bahan hewani. Jika zat antifoam mengandung bahan dari babi dan turunannya

maka tidak dapat dipergunakan untuk proses produksi halal, namun jika berasal dari hewan selain babi yang belum jelas status halalnya maka masih dapat digunakan jika terdapat proses pencucian.

Kapasitas bioreaktor berbeda-beda tergantung jenis produk dan skala produksinya. Pada beberapa produsen, kapasitas bioreaktor dapat mencapai 3.000 hingga 4.000 liter namun pada produsen lain bioreaktor dapat pula menggunakan labu kecil berukuran 300 ml. Kebanyakan produk mikrobiologi yang menggunakan kultur terendam (*submerged cultivation*) dengan volume bioreaktor lebih dari 270 liter. Jika kapasitas produksi menggunakan air lebih dari 270 liter (setara 2 qullah) maka dapat dipertimbangkan sebagai proses pencucian secara syar'i selama tidak terdapat bahan dari babi dan turunannya, jika kurang dari 270 liter maka status kehalalan ditentukan oleh proses pencucian produk setelah dipisahkan dari media.

2.3.5 Tahap pemanenan dan pemurnian (TKH 5)

Pada tahap pemanenan dan pemurnian ini dilakukan proses pemisahan produk, ekstraksi dan purifikasi. Produk mikrobiologi dapat dikategorikan sebagai produk mikrobiologi ekstraseluler dimana produk yang dihasilkan dikeluarkan oleh sel dan berada dalam media. Produk lainnya dapat berbentuk intraseluler dimana produk akhir masih berada di dalam sel mikroba. Pada produk intraseluler perlu dilakukan pemecahan sel untuk mendapatkan produknya dengan pemecahan sel mekanis seperti dengan suara gelombang tinggi (ultrasonikasi) maupun dengan bahan kimia seperti deterjen atau enzim lisozim agar membran sel rusak dan produk dapat dikeluarkan dari sel mikroba.

Proses ekstraksi produk mikrobial dapat menggunakan pelarut seperti ethanol contohnya pada pemanenan xanthan gum dan pululan atau menggunakan polioksi etilen monostearat seperti Tween 80 pada produksi enzim dari kapang. Xanthan gum bersifat tidak larut pada ethanol lebih dari 70% sehingga dengan penambahan ethanol maka xanthan gum dapat mengendap. Tahap purifikasi dapat menggunakan bahan penolong karbon aktif, misalnya pada pemurnian monosodium

glutamat. Titik kritis halalnya adalah ethanol yang digunakan harus diyakini tidak berasal dari industri minuman beralkohol (khamr) dan karbon aktif untuk pemurnian tidak berasal dari tulang babi atau hewan halal yang tidak disembelih sesuai syariat Islam.

Pencucian produk mikrobiologi dapat dilakukan dengan mengalirkan air kepada produk. Titik kritis halal dari proses pencucian ini adalah proses pengaliran air kepada produk ini harus mencukupi untuk dapat menghilangkan parameter najis yaitu bau, rasa maupun warnanya jika baham haram/najis yang digunakan tidak berasal dari babi dan turunannya. Air yang dialirkan akan keluar bersama dengan pengotor pada produk. Jika dalam proses produksinya menggunakan bahan babi dan turunannya maka statusnya haram. Dalam kasus ini tidak disyaratkan penggunaan jumlah air sebagai syarat pencucian (*tathir*) selama mampu menghilangkan parameter najisnya baik dari rasa, warna dan baunya. Jika produk tidak mengandung babi, maka proses pengaliran ini mencukupi sebagai syarat pencucian. Jika proses pencucian dilakukan dengan perendaman dalam air, maka air yang digunakan harus melebihi 270 liter (2 qullah). Proses perendaman dapat dilakukan dengan melakukan penambahan air pada media produksi dengan jumlah lebih dari 270 liter maupun dengan penambahan air kepada produk pada tahap pemanenan dan atau pemurnian produk. Syaratnya adalah hilangnya bau, rasa dan warna dari bahan haram/najis, contoh pada produksi MSG dapat dicuci menggunakan air pada tahap kristalisasi produk.

Pada proses produksi produk mikrobial dapat pula menggunakan larutan buffer fosfat yang dapat dikonfigurasi sebagai penggunaan air untuk pencucian, misalnya pada produksi suatu vaksin. Proses pencucian suatu vaksin umumnya dilakukan pencucian lebih dari 10 kali sehingga dapat dipastikan zat pengotor dapat hilang dan parameter najis yaitu hilangnya warna, rasa dan bau najis dapat tercapai. Proses pencucian dengan larutan buffer ini dapat memenuhi ketentuan pencucian. Pemurnian produk mikrobial dapat pula menggunakan kromatografi kolom dan dengan elusi (*dialiri*) dengan larutan buffer yang dapat dipertimbangkan sebagai cara pencucian produk. Proses elusi juga dapat

menggunakan bahan lain, misalnya pada kolom sephadex dapat menggunakan cairan dekstran, maka perlu memperhatikan kehalalan dextran yang digunakan.

Titik kritis kehalalan produk mikrobial lainnya adalah pada akhir produk akhirnya yang jika berupa minuman beralkohol (khamr) maka statusnya jelas haram. Penting untuk memastikan bahwa dari awal proses produksinya bukan ditujukan untuk memproduksi khamr. Pada produk kosmetika dapat ditambahkan ferment essence sebagai bahan tambahan, maka perlu diperjelas yang dimaksud dengan ferment essence tersebut bukan dari industri khamr. Melalui diagram alir proses produksi dapat diverifikasi apakah produk merupakan ethanol atau asam organik. Titik kritis kehalalan produk minuman yang mengandung ethanol seperti yoghurt, kefir, koumis dan teh kombucha maka perlu diyakini kadar alkohol yang terbentuk lebih rendah dari 0,5% sesuai standar fatwa MUI nomor 10 tahun 2018.

2.3.6 Tahap Akhir Produksi (TKH 6)

Titik kritis kehalalan pada tahap akhir produksi (product finishing) adalah pada penambahan bahan tambahan (aditif) maupun bahan penstabil (stabilizer). Zat aditif dan stabilizer yang ditambahkan tentunya harus halal. Contoh bahan tambahan yang mungkin digunakan adalah : 1) penambahan enzim mikrobiologi berbentuk powder dengan dilakukan proses *spray drying* dengan coating dari maltodekstrin, 2) penambahan flavor, pewarna, atau pengawet, 3) pada proses pembuatan obat dapat ditambahi sukrosa sebagai eksipien atau penambahan adjuvan seperti campuran sukrosa dan gelatin, campuran MSG, urea, arginin dan dapat pula serum albumin. Untuk meyakini status kehalalannya maka perlu dilakukan verifikasi kehalalan semua bahan yang digunakan.

3. Kesimpulan

Identifikasi titik kritis kehalalan (TKH) pada produk mikrobiologi dapat ditinjau dari tahapan proses produksi produk mikrobiologi, yaitu 1) TKH status kehalalan kultur mikroba yang ditentukan oleh sumber gen yang digunakan, sumber media pertumbuhan, serta proses pencucian mikroba (TKH 1), 2) TKH pada media penyegaran (TKH 2) berupa sumber protein, enzim, dan bahan hewani dalam media penyegaran, 3) TKH pada tahap

pengembangan inokulum (TKH 3) berupa sumber vitamin, mineral, dan sumber karbohidrat dalam medianya, 4) TKH pada proses produksi dalam bioreaktor (TKH 4) berupa penggunaan bahan dari hewan dalam media produksi dan zat antifoam, 5) TKH pada tahap pemanenan dan pemurnian (TKH 5) berupa verifikasi bahan yang digunakan pada proses pemisahan, ekstraksi, dan purifikasi, dan 6) TKH pada Tahap Akhir Produksi (TKH 6) berupa penambahan bahan tambahan dan stabilizer pada produk akhir. Dengan memperhatikan dan mematuhi Titik Kritis Kehalalan tersebut, diharapkan produk mikrobiologi yang dihasilkan dapat memenuhi standar kehalalan produk mikrobiologi sesuai dengan fatwa MUI tentang produk mikrobiologi.

Referensi :

- Amen, O., Jumiono, A., & Fulazzaky, M. A. (2020). Penjaminan Mutu Dan Kehalalan Produk Olahan Susu. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 2(1), 42-48.
- Atma, Yoni. Moh. Taufik, Hermawan Seftiono. Identifikasi Resiko Titik Kritis Kehalalan Produk Pangan: Studi Produk Bioteknologi. *Jurnal Teknologi : Volume 10 No. 1.* 59-65. DOI: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.10.1.59-66>
- Endang, S., Jumiono, A., & Akil, S. (2020). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Gelatin. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 2(1), 17-22.
- Herdiana, Yedi., et. al. Towards halal pharmaceutical: Exploring alternatives to animal-based ingredients. *Heliyon*. Volume 10, Issue 1, 15 January 2024, e23624. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23624>
- Jaswir, I., Rahayu, E. A., Yuliana, N. D., & Roswiem, A. P. (2020). Daftar referensi bahan-bahan yang memiliki titik kritis halal dan substitusi bahan non-halal. Jakarta: Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Syariah.
- Jumiono, A. (2022). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Bahan Hewani dan Produk Turunan Hewan. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 4(2), 51-58.

- Jumiono, A., Mardiah, M., Amalia, L., & Puspasari, E. (2023). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Bahan Nabati Dan Produk Turunan Bahan Nabati. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(1), 21-29. <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i1.9998>
- Karahalil, Ercan. Principles of halal-compliant fermentations: Microbial alternatives for the halal food industry. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 98, April 2020, Pages 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.031>
- LPPOM MUI. 2012, Buku HAS 23201: The Requirements of Halal Food Material. LPPOM MUI. Jakarta.
- LPPOM MUI. 2014. Kumpulan Fatwa MUI Bidang Pangan, Obat-obatan, Kosmetika, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Penerbit LPPOM MUI. Jakarta.
- LPPOM MUI. 2021. Buku HAS 23000-1 Persyaratan Sertifikasi Halal Industri Pengolahan Umum. Penerbit PT. Amanah Prima Abadi. Bogor.
- LPPOM MUI. 2022. Jus Buah Kemasan, Apa Saja Titik Kritisnya? Pada: <https://halalmui.org/jus-buah-kemasan-apa-saja-titik-kritisnya/>
- Rahman, Md Mahfujur., Mohd Shahril Ahmad Razimi. Chapter 16 - Halal biotechnology product: halal supply chain compliance and integrity risk. *Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide*. Academic Press. 2023, Pages 195-204. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91662-2.00016-8>
- Riaz, Mian N., and Nooran M. Riaz. Requirements for Halal Food Production. *Encyclopedia of Food Safety (Second Edition)*. 2024, Pages 588-598. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822521-9.00003-4>
- Sunaryo, E. S., Mardiah, M., & Rahmawati, S. I. (2019). The Importance Of Halal Validation Of Ingredients As Critical Parameter During Halal Audits. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 1(1).
- Thahir, M. (2022). Tafsir Maqasidi Ayat-Ayat Makanan Halal dan Implementasinya dalam Fatwa MUI (Studi pada Produk Pangan, Obat dan Kosmetika).
- Utama, Hendra. 2022. Urgensi Daftar Bahan Tidak Kritis dalam Proses Sertifikasi Halal. <https://halalmui.org/urgensi-daftar-bahan-tidak-kritis-dalam-proses-sertifikasi-halal/>
- Utama, Hendra. Urgensi Daftar Bahan Tidak Kritis dalam Proses Sertifikasi Halal. <https://halalmui.org/urgensi-daftar-bahan-tidak-kritis-dalam-proses-sertifikasi-halal/>