

PENGUNAAN LIMBAH TAHU SEBAGAI NUTRISI SUBSTITUSI PADA MEDIA PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus*

Salsabila Adlina¹, Lina Rahmawati R¹, Anna Yuliana^{*2}

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Perjuangan, Jl. Peta 177 Tasikmalaya, Indonesia

²Prodi Farmasi STIKes Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya, Jawa Barat

*E-mail korespondensi : anna_yuliana@stikes-bth.ac.id

Received: 14 Juni 2021; Revised: 25 Agustus 2021; Accepted: 12 Agustus 2021; Available online: 31 August 2021

ABSTRACT

Tofu's waste is known still contain nutrients that can be utilized, one of which is as a source of microbial growth. Has done research on the use of tofu's waste as a substituent nutrient at the Staphylococcus aureus growth media. The method used is the plate count method with some tests, that is test protein qualitative and quantitative, qualitative and quantitative carbohydrate test and test determination of bacterial growth. Determination of protein and carbohydrate levels were calculated using UV-Vis spectrophotometry. The result showed that the tofu's waste (solid and liquid) contains a protein with levels of 278 ppm in the solid waste and liquid waste is 250 ppm, besides the waste out also contain carbohydrates that at 3861 ppm of solid waste and the liquid waste by 2761 ppm. To test for the determination of bacterial growth, the use of waste created in a concentration that is 20,50, and 80%. From the research and processing of data obtained that 50% of solid waste has the potential to be better nutrients on the growth of Staphylococcus aureus.

Keywords: Growth media, nutrients, *Staphylococcus aureus*, Tofu's waste

ABSTRAK

Limbah tahu diketahui masih mengandung nutrisi yang dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai sumber media pertumbuhan mikroba. Telah dilakukan penelitian mengenai Penggunaan Limbah tahu sebagai nutrisi substitusi pada media pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Metode yang dilakukan adalah metode *plate count* dengan beberapa pengujian, yaitu uji kualitatif & kuantitatif protein, uji kualitatif & kuantitatif karbohidrat dan uji penentuan pertumbuhan bakteri. Penentuan kadar protein dan karbohidrat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa limbah tahu (padat & cair) mengandung protein dengan kadar 278 ppm pada limbah padat dan pada limbah cair sebesar 250 ppm, selain itu limbah tahu juga mengandung karbohidrat yaitu pada limbah padat sebesar 3861 ppm dan pada limbah cair sebesar 2761 ppm. Untuk uji penentuan pertumbuhan bakteri, limbah yang digunakan dibuat dalam beberapa konsentrasi yaitu 20,50 dan 80%. Dari hasil penelitian didapat bahwa limbah padat 50% mempunyai potensi yang lebih baik untuk dijadikan nutrisi pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.

Kata kunci: Limbah tahu, Media pertumbuhan, nutrisi, *Staphylococcus aureus*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan mikroba dapat didefinisikan sebagai penambahan jumlah atau volume serta ukuran sel. Pada organisme prokariot seperti bakteri, pertumbuhan merupakan penambahan volume dan ukuran sel dan juga sebagai penambahan jumlah sel. Pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri memerlukan suatu media yang kaya akan nutrisi. Media adalah suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi yang dipakai untuk menumbuhkan bakteri. Media berdasarkan komposisi medianya, terdiri dari media umum, media diperkaya, media selektif dan media diferensial (Utami & Suprihadi, 2018).

Media selektif yang digunakan untuk mengisolasi atau membiakkan bakteri *Staphylococcus aureus* adalah *Manitol salt agar* (MSA). MSA mengandung konsentrasi garam NaCl yang tinggi (7,5 – 10%), sehingga membuat MSA menjadi media selektif untuk *Micrococcaceae* dan *Staphylococcus* karena tingkat NaCl yang tinggi menghambat bakteri yang lain (Arbi et al., 2019).

Bakteri memerlukan bahan makanan yang berupa bahan organik dan anorganik yang diambil dari lingkungannya. Bahan-bahan tersebut dinamakan nutrisi yang meliputi air, sumber karbon, sumber nitrogen, dan mineral. Fungsi utama nutrisi ialah sebagai sumber energi, bahan pembangun sel dan sebagai akseptor elektron di dalam reaksi bioenergetik (Rizki & Syahnitya, 2019).

Media pertumbuhan bakteri sering terdapat ekstrak daging sebagai sumber nutrienya, termasuk media MSA. Penggunaan ekstrak daging sebagai sumber nutrisi pada media dapat digantikan dengan sumber nutrisi lain yang lebih ekonomis, salah satunya adalah limbah hasil pengolahan tahu, baik itu limbah padat atau limbah cair. Limbah tahu mengandung protein, glukosa dan komponen lainnya dengan kadar yang relatif tinggi. Dengan kandungan nutrisi tersebut maka limbah cair tahu mempunyai potensi sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan suatu bakteri. Selain lebih ekonomis, penggunaan limbah tahu sebagai nutrisi juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh banyaknya limbah tahu yang dibuang secara langsung (Arbi et al., 2019).

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, dan pakan ternak. Limbah padat tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu, limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Kapasitas limbah yang dihasilkan dari setiap industri tentunya tergantung dari kemampuan jumlah produksi tahu yang dihasilkan (Dewa & Idrus, 2017)

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui apakah limbah tahu cair dan padat dapat dijadikan nutrisi substitusi pada media pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, dan menghitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media tersebut, mengingat kandungan nutrisi yang masih terdapat dalam limbah tahu sehingga dapat dimanfaatkan dan tidak terbuang percuma.

Pada penelitian ini digunakan bakteri uji yang akan diamati pertumbuhannya dalam media yang mengandung limbah tahu sebagai nutrisi substitusinya. Sesuai dengan media selektif yang digunakan, maka bakteri yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus*. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri *coccus* gram positif, susunannya bergerombol dan tidak teratur seperti anggur. *Staphylococcus aureus* tumbuh pada media cair dan padat seperti NA (*Nutrien Agar*) dan BAP (*Blood Agar Plate*) dan dengan aktif melakukan metabolisme, mampu fermentasi karbohidrat dan menghasilkan bermacam-macam pigmen dari putih hingga kuning (Maristiasa et al., 2019).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf (Memmert), batang pengaduk (Pyrex), blender (Philips), botol semprot, cawan petri, (Pyrex) cawan uap, corong, Erlenmeyer (Pyrex) 250 mL, gelas kimia (Pyrex) 100 mL, gelas ukur (Pyrex) 100 mL, inkubator (Memmert), jarum ose, kaca arloji, labu ukur (pyrex) 100 mL, oven (Memmert), pembakar bunsen, pipet tetes, rak tabung, sentrifuga, spatula logam, spektrofotometer UV-Vis (Bioevopack), tabung reaksi (Pyrex), timbangan analitik (Fujitsu 202).

Bahan

Limbah tahu (cair dan padat), *Staphylococcus aureus*, media MSA, media yang menggunakan limbah tahu sebagai nutrisi substitusi pengganti ekstrak daging, akuades limbah tahu, NaCl fisiologis, H₂SO₄ 1%, BaCl₂ 1%, NaOH 10%, CuSO₄ 0,2%, pereaksi Barfoed, pereaksi Benedict, pereaksi Biuret, larutan standar BSA, HCl 10%, etil eter, glukosa, H₂SO₄ pekat, HCl 2N. Media yang digunakan adalah media *manitol salt agar* (MSA) dan media dari limbah tahu.

Analisis Kualitatif Protein Limbah Tahu

Analisis kualitatif protein dilakukan dengan cara uji susunan unsur protein. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen kemudian ditutup dengan kaca objek dan dipanaskan. Hasilnya diamati, apabila ada pengembunan pada kaca objek, menunjukkan adanya hidrogen (H) dan oksigen (O). Bila tercium bau rambut terbakar berarti sampel limbah tahu mengandung unsur nitrogen (N). Bila terjadi pengarangian berarti sampel limbah tahu mengandung atom karbon (C) (Muthawali, 2019).

Analisis lain dilakukan dengan uji Biuret. Disiapkan 2 tabung reaksi, kemudian diisi masing-masing tabung dengan 2 mL sampel. Sebanyak 1 mL NaOH 10% dan CuSO₄ 0,2% ditambahkan pada setiap tabung dan dicampur homogen. Adanya warna ungu dan biru menandakan adanya protein (Muthawali, 2019).

Analisis Kualitatif Karbohidrat Limbah Tahu

Uji Barfoed

Sampel limbah tahu sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan pereaksi Barfoed, lalu tabung reaksi ditempatkan dalam air mendidih selama 1 menit. Endapan berwarna merah oranye menunjukkan adanya monosakarida dalam sampel (Nurjannah et al., 2017).

Uji Benedict

Sampel limbah tahu sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi 5 mL pereaksi, kemudian tabung reaksi ditempatkan dalam air mendidih selama 5 menit. Timbulnya endapan warna hijau, kuning, atau merah oranye menunjukkan adanya gula pereduksi dalam sampel (Nurjannah et al., 2017).

Analisis Kuantitatif Protein Limbah Tahu

Pengujian dilakukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometri UV-Vis dengan metode Biuret. Uji kuantitatif sampel dimulai dengan membuat terlebih dahulu kurva standar. Larutan baku dibuat dari BSA yang dilarutkan dengan konsentrasi 100 ppm. Kemudian diencerkan menjadi beberapa konsentrasi yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Dari masing-masing konsentrasi diambil 4 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. 6 mL pereaksi Biuret ditambahkan ke dalam masing-masing tabung reaksi. Tabung reaksi disimpan pada suhu 37°C selama 10 menit atau pada suhu kamar selama 30 menit sampai terbentuk warna ungu yang sempurna. Absorbansinya diukur pada panjang gelombang 520 nm (Ramadhani et al., 2019).

Kemudian dilakukan uji kuantitatif protein. Sampel limbah tahu ditimbang sebanyak 3 gram, sampel tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi seperti pada waktu penetapan standar, kemudian ditambahkan akuades sampai volume total masing-masing 1 mL. 1 mL HCl 10% ditambahkan pada masing-masing tabung reaksi sehingga protein akan terdenaturasi. Sampel disentrifusa pada 3000 rpm selama 10 menit sampai protein yang terdenaturasi mengendap, supernatan dibuang dengan cara dekantasi. 2 mL etil eter ditambahkan ke dalam endapan, dicampur homogen lalu disentrifusa kembali

untuk menghilangkan HCl yang tersisa. Filtrat dibiarkan mengering pada suhu kamar. Lakukan pengenceran sebanyak 10 kali pada filtrat yang sudah kering. Pereaksi Biuret sebanyak 6 mL ditambahkan ke dalam filtrat, alkali dalam pereaksi ini akan melarutkan endapan yang tersisa. Tabung reaksi disimpan pada suhu 37°C selama 10 menit atau pada suhu kamar selama 30 menit sampai terbentuk warna ungu yang sempurna. Absorbansinya diukur pada panjang gelombang 520 nm (Ramadhani et al., 2019).

Analisis Kuantitatif Karbohidrat Limbah Tahu

Kadar karbohidrat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Sebelum dilakukan uji kuantitatif pada sampel, dilakukan pengukuran absorbansi pada larutan perbandingan. Larutan baku dibuat dari glukosa yang dilarutkan dengan konsentrasi 1000 ppm sebagai larutan stok. Kemudian diencerkan menjadi beberapa konsentrasi yaitu 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, dan 5.000 ppm. Masing-masing baku perbandingan ditambah 1 mL pereaksi Barfoed, lalu dikocok homogen dan ditambah 2,5 mL H₂SO₄ pekat, dan didiamkan selama 10 menit. Kemudian dipanaskan selama 15 menit pada suhu 100° C dan dinginkan. Masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 452 nm. Hasil absorbansi yang didapat di buat kurva kalibrasi

Sampel dihidrolisis menggunakan HCl 2N, kemudian dipanaskan dalam penangas air mendidih selama 120 menit. Sebanyak 10 mL filtrat hasil hidrolisis ditambah 1 mL pereaksi Barfoed, lalu dikocok homogen dan ditambah 2,5 mL H₂SO₄ pekat, dan didiamkan selama 10 menit. Kemudian dipanaskan selama 15 menit pada suhu 100°C dan dinginkan. Masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 452 nm.

Pembuatan Media Uji Limbah Tahu

Limbah tahu ditimbang dengan perbandingan konsentrasi limbah tahu (20%, 50%, 80%) terhadap *agar powder*, kemudian ditambahkan aquadest sampai 250 mL, dikocok homogen. Campuran tersebut dipanaskan sampai mendidih agar tercampur sempurna. Setelah itu disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Budiman et al., 2018).

Penentuan Pertumbuhan Bakteri

Penanaman bakteri pada media menggunakan metode agar tuang. Suspensi *Staphylococcus aureus* sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam cawan petri steril lalu ditambahkan ke dalam 20 mL media MSA yang steril, cawan digerakkan dengan gerakan memutar supaya bakteri dan agar tercampur secara homogen, kemudian dibiarkan mengeras (Yuliana, 2015). Pada media pertumbuhan dilakukan inkubasi pada suhu 37°C dan pertumbuhannya diamati pada jam ke 4, 8, 12 dan 24. Hal yang sama dilakukan pada media yang mengandung limbah tahu.

Penetapan Kurva Pertumbuhan Bakteri

Kurva pertumbuhan dibuat dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada media secara periodik dan diplot, sehingga didapat kurva pertumbuhan bakteri. Pengamatan dilakukan secara periodik pada jam ke- 4, 8, 12, dan 24 pada masing-masing media.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitatif Protein Limbah Tahu

Protein merupakan suatu zat makanan yang penting untuk pertumbuhan, karena zat ini selain berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein tersusun atas asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, N, S, dan dalam bentuk yang kompleks mengandung unsur P yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat (Ramadhani et al., 2019). Berdasarkan hasil pengujian analisis kualitatif protein terhadap limbah tahu (padat dan cair) menunjukkan bahwa limbah tahu mengandung unsur penyusun protein seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Kualitatif Protein

| Pengujian | Hasil | Keterangan |
|-----------|-------|----------------------------|
| Hidrogen | + | Adanya uap air |
| Oksigen | + | Adanya uap air |
| Karbon | + | Terjadi pengarangan sampel |
| Nitrogen | + | Bau rambut terbakar |

Berdasarkan unsur penyusun dari protein tersebut maka dapat dilakukan uji kualitatif terhadap protein dengan menguji adanya unsur-unsur penyusun protein. Selain uji penyusun unsur protein, dilakukan uji kualitatif protein lainnya yaitu uji dengan menggunakan pereaksi Biuret. Prinsip metode Biuret adalah pada kondisi basa, Cu^{2+} membentuk kompleks dengan ikatan peptida (-CO-NH) suatu protein yang menghasilkan warna ungu (Muthawali, 2019). Kompleks yang terbentuk adalah kompleks koordinasi antara ion Cu^{2+} dengan gugus -CO dan -NH dari rantai peptida protein. Pada penelitian ini kedua sampel yang dianalisis yaitu limbah cair dan limbah padat tahu menghasilkan perubahan warna menjadi ungu sehingga dilakukan analisis selanjutnya yaitu analisis kuantitatif protein.

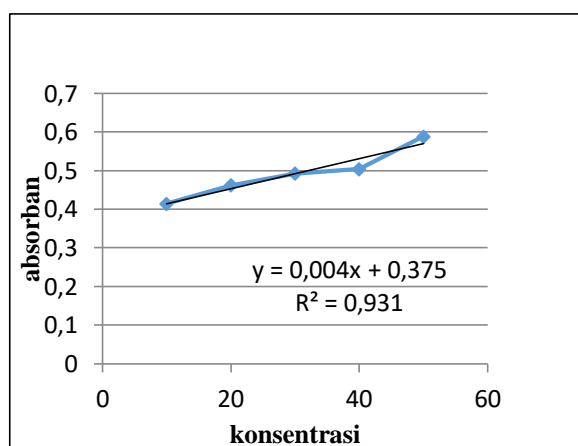
Analisis Kuantitatif Protein Limbah Tahu

Kadar protein dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis Pada metode ini digunakan larutan perbandingan yang direaksikan dengan pelarut dan menghasilkan warna ungu, warna ungu yang dihasilkan akan sebanding dengan konsentrasi protein di dalam sampel. Analisis kuantitatif protein tersebut dilakukan dengan menggunakan metode Biuret. Prinsip metode tersebut adalah pembentukan warna ungu hasil dari reaksi antara protein dan pereaksi Biuret yang akan diukur serapan cahayanya. Warna ungu ini dihasilkan dari pembentukan senyawa kompleks antara protein dengan ion Cu^{2+} yang terdapat dalam pereaksi Biuret dalam suasana basa. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diserap oleh alat maka semakin tinggi pula kandungan protein yang terdapat di dalam sampel tersebut (Ramadhani et al., 2019). Larutan standar yang digunakan dalam analisis ini adalah *Bouvin Serum Albumin* (BSA) yang dibuat dalam beberapa konsentrasi yaitu 0; 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Pengukuran absorbansi Larutan Standar

| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 0 | 0 |
| 10 | 0,414 |
| 20 | 0,462 |
| 30 | 0,492 |
| 40 | 0,504 |
| 50 | 0,588 |

Setelah diperoleh absorbansi larutan standar, data tersebut dibuat dalam bentuk kurva kalibrasi sehingga didapat persamaan linear, seperti yang tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Setelah diperoleh kurva kalibrasi dan persamaan linear larutan standar, dilakukan pengujian absorbansi terhadap protein pada limbah padat dan limbah cair tahu, sehingga didapat kadar protein sebagai berikut (Tabel 3).

Tabel 3. Pengukuran Absorban Protein Limbah Tahu

| No | Jenis Limbah Tahu | Absorban |
|----|-------------------|----------|
| 1 | Padat | 0,486 |
| 2 | Cair | 0,475 |

Dari hasil pengukuran absorban sampel kemudian dilakukan perhitungan kadar protein dengan menggunakan persamaan linier yang didapat sebelumnya. Hasil dari perhitungan kadar protein menunjukkan bahwa kadar protein dari limbah padat tahu lebih besar yaitu 278 ppm dibandingkan limbah cair tahu yang mengandung protein sebesar 250 ppm. Berdasarkan hasil penelitian, kadar protein pada limbah tahu padat lebih besar dibandingkan limbah tahu cair hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Retni (2006) dan Imran, et al (2011) dimana Kadar pada limbah cair lebih rendah dibandingkan pada limbah padat dikarenakan ada proses penambahan air sehingga kadar nutrisi menjadi terencerkan dan menyebabkan kadar mejadi lebih rendah.

Analisis Kualitatif Karbohidrat Limbah Tahu

Analisis kualitatif karbohidrat dilakukan dengan menggunakan pereaksi Benedict dan Barfoed. Pereaksi Barfoed terdiri dari kupri asetat dan asam asetat. Endapan merah oranye menunjukkan adanya monosakarida dalam sampel (Fitri & Fitriana, 2020).

Pereaksi Benedict terdiri dari kupri sulfat, natrium sitrat, dan natrium karbonat. Prinsip uji ini didasarkan pada reaksi reduksi Cu^{2+} menjadi Cu^+ oleh gugus aldehyd atau keton bebas dalam suasana alkalis. Pada sampel yang diuji menghasilkan warna oranye yang menunjukkan sampel mengandung karbohidrat (Fitri & Fitriana, 2020).

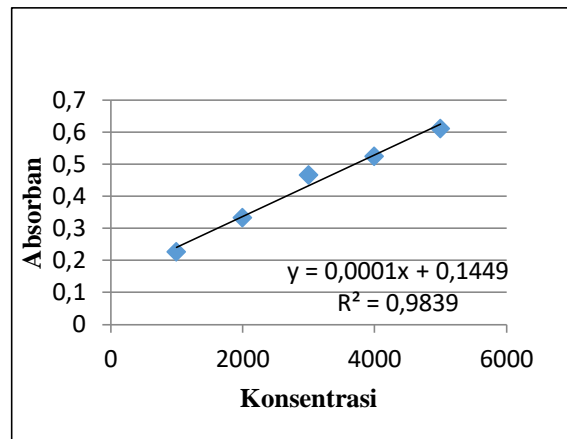
Analisis Kuantitatif Karbohidrat Limbah Tahu

Analisis kuantitatif karbohidrat dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis, dengan menggunakan pereaksi Barfoed untuk membentuk senyawa kompleks berwarna dengan karbohidrat. Warna yang dihasilkan dari reaksi ini akan diukur absorbannya menggunakan spektrofotometeri UV-Vis (Yuliana, 2015). Pengukuran absorban dilakukan pada panjang gelombang 452 nm. Hasil pengukuran absorban larutan standar karbohidrat seperti tertera pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Absorban Larutan Standar

| Konsentrasi (ppm) | Absorban |
|-------------------|----------|
| 0 | 0 |
| 1.000 | 0,227 |
| 2.000 | 0,334 |
| 3.000 | 0,466 |
| 4.000 | 0,525 |
| 5.000 | 0,611 |

Hasil yang diperoleh dibuat kurva kalibrasi konsentrasi vs absorban, dibuat persamaan regresi linearnya (Gambar 2). Dari kurva kalibrasi didapat persamaan regresi linear $y = 0,0001x - 0,1449$ dengan $R^2 = 0,9839$.



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Pengujian yang dilakukan selanjutnya adalah penetapan kadar karbohidrat pada sampel limbah tahu dengan menggunakan cara yang sama. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran Absorban Karbohidrat Limbah Tahu

| No | Jenis Limbah tahu | Absorban |
|----|-------------------|----------|
| 1 | Padat | 0,531 |
| 2 | Cair | 0,421 |

Dari hasil pengukuran absorban sampel kemudian dilakukan perhitungan kadar karbohidrat dengan menggunakan persamaan linear yang didapat sebelumnya. Hasil dari perhitungan kadar karbohidrat menunjukkan bahwa kadar karbohidrat dari limbah padat tahu lebih besar yaitu 3861 ppm dibandingkan limbah cair tahu yang mengandung karbohidrat sebesar 2761 ppm. Berdasarkan hasil penelitian, kadar karbohidrat pada limbah tahu padat lebih besar dibandingkan limbah tahu cair hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Retni (2006) dan Imran, *et al* (2011).

Penentuan Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan bakteri merupakan bertambahnya jumlah bakteri, bukan penambahan ukuran sel. Bakteri bereproduksi dengan cara membelah diri dimana satu sel bakteri akan membelah menghasilkan dua sel bakteri. Berdasarkan hasil penelitian, jumlah koloni (rata-rata ± SD) *Staphylococcus aureus* pada media uji menunjukkan hasil yang berbeda seperti yang tertera pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Jumlah Koloni *Staphylococcus aureus* Pada Media Limbah Padat

| No | Konsentrasi Limbah (%) | Jumlah koloni pada Jam Ke | | | |
|----|------------------------|---------------------------|--------|--------|---------|
| | | 4 | 8 | 12 | 24 |
| 1 | 20 | 0±0 | 3±3,5 | 7±5,8 | 17±10,8 |
| 2 | 50 | 7±1,9 | 14±3,4 | 30±5,8 | 64±14,7 |
| 3 | 80 | 1±2,9 | 4±5,5 | 13±8,3 | 30±19,1 |

Tabel 7. Jumlah Koloni *Staphylococcus aureus* Pada Media Limbah Cair

| No | Konsentrasi Limbah (%) | Jumlah koloni pada Jam Ke | | | |
|----|------------------------|---------------------------|--------|---------|---------|
| | | 4 | 8 | 12 | 24 |
| 1 | 20 | 1±1,2 | 11±3,5 | 26±9,4 | 60±10,2 |
| 2 | 50 | 0±0 | 11±2,6 | 26±8,5 | 52±8,2 |
| 3 | 80 | 1±2,0 | 8±5,3 | 18±11,3 | 48±29,1 |

Pertumbuhan bakteri dapat diukur dengan mengamati perubahan jumlah sel. Jumlah sel ini dapat dihitung dari jumlah sel total dengan tidak membedakan jumlah sel hidup atau mati. Perhitungan ini dilakukan dengan metode *plate count* dengan cara membiakkan bakteri pada media agar sehingga sel tersebut akan tumbuh membentuk suatu koloni yang dianggap setara dengan jumlah sel bakteri (Wati, 2018).

Staphylococcus aureus yang digunakan sebagai bakteri uji dibiakkan pada media MSA (*Manitol salt agar*) dan media yang mengandung limbah tahu. Pada media MSA terjadi perubahan warna dari berwarna merah menjadi berwarna kuning karena pertumbuhan *Staphylococcus aureus* tersebut. Perubahan warna ini dapat terjadi karena kemampuan dari *Staphylococcus aureus* yang dapat memfermentasi manitol yang terkandung dalam MSA. *Staphylococcus aureus* ini dapat menghasilkan asam organik yang dapat memfermentasi dan mengubah indikator pH di MSA dari merah menjadi kuning cerah (Yuliana, 2015).

Pada media yang menggunakan limbah tahu tidak terjadi perubahan warna media. Hal ini karena pada media tersebut tidak mengandung senyawa manitol ataupun indikator fenol red. Namun *Staphylococcus aureus* tetap tumbuh pada media ini karena protein dan karbohidrat yang terkandung dalam limbah tahu dapat dijadikan nutrisi pertumbuhan bagi *Staphylococcus aureus*.

Jumlah koloni *Staphylococcus aureus* dihitung setiap 4 jam. Hal ini dilakukan agar perhitungan koloni lebih kuantitatif dan dapat dibuat kurva pertumbuhan bakteri. Pada media MSA, koloni yang dihasilkan tidak dapat dihitung karena jumlah koloni yang sangat banyak melebihi 300 koloni. Jumlah koloni yang melebihi 300 ini tidak dapat dihitung yang termasuk ke dalam TNTC (*Too Numerous To Count*) atau TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung). Sedangkan pada media yang mengandung limbah padat dan limbah cair tahu, koloni bakteri yang terbentuk dapat dihitung dan dibuat ke dalam kurva pertumbuhan (Gambar 3 dan 4).

Pertumbuhan bakteri dapat diukur dengan mengamati perubahan jumlah sel. Jumlah sel ini dapat dihitung dari jumlah sel total dengan tidak membedakan jumlah sel hidup atau mati. Perhitungan ini dilakukan dengan metode *plate count* dengan cara membiakkan bakteri pada media agar sehingga sel tersebut akan tumbuh membentuk suatu koloni yang dianggap setara dengan jumlah sel bakteri (Wati, 2018).

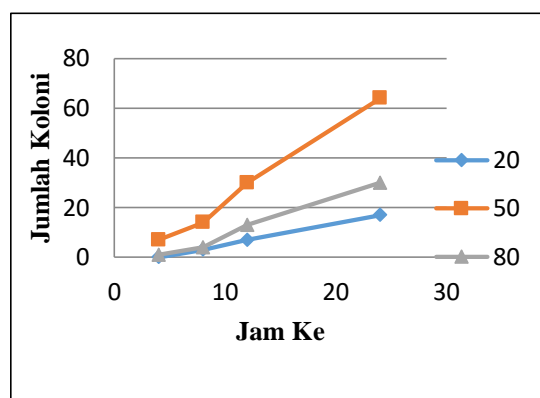
Staphylococcus aureus yang digunakan sebagai bakteri uji dibiakkan pada media MSA (*Manitol salt agar*) dan media yang mengandung limbah tahu. Pada media MSA terjadi perubahan warna dari berwarna merah menjadi berwarna kuning karena pertumbuhan *Staphylococcus aureus* tersebut. Perubahan warna ini dapat terjadi karena kemampuan dari *Staphylococcus aureus* yang dapat memfermentasi manitol yang terkandung dalam MSA. *Staphylococcus aureus* ini dapat menghasilkan asam organik yang dapat memfermentasi dan mengubah indikator pH di MSA dari merah menjadi kuning cerah (Karimela et al., 2019).

Pada media yang menggunakan limbah tahu tidak terjadi perubahan warna media. Hal ini karena pada media tersebut tidak mengandung senyawa manitol ataupun indikator fenol red. Namun *Staphylococcus aureus* tetap tumbuh pada media ini karena protein dan karbohidrat yang terkandung dalam limbah tahu dapat dijadikan nutrisi pertumbuhan bagi *Staphylococcus aureus*.

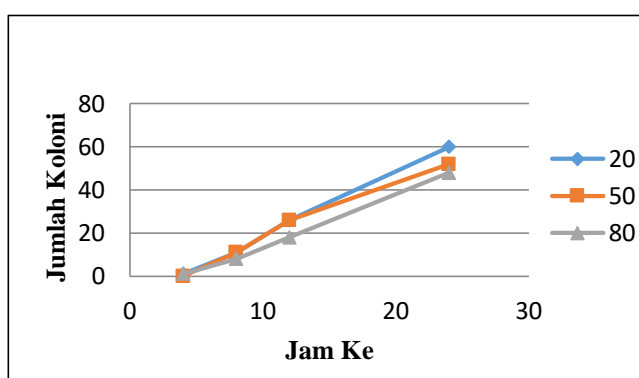
Jumlah koloni *Staphylococcus aureus* dihitung setiap 4 jam. Hal ini dilakukan agar perhitungan koloni lebih kuantitatif dan dapat dibuat kurva pertumbuhan bakteri. Pada media MSA, koloni yang dihasilkan tidak dapat dihitung karena jumlah koloni yang sangat banyak melebihi 300 koloni. Jumlah koloni yang melebihi 300 ini tidak dapat dihitung yang termasuk ke dalam TNTC (*Too Numerous To Count*) atau TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung). Sedangkan pada media yang mengandung limbah padat dan limbah cair tahu, koloni bakteri yang terbentuk dapat dihitung dan dibuat ke dalam kurva pertumbuhan (Gambar 3 dan 4).

Penetapan Kurva Pertumbuhan Bakteri

Dari data jumlah koloni yang didapat pada penelitian ini dibuat dalam bentuk grafik pertumbuhan yang dapat menunjukkan laju pertumbuhan bakteri tersebut. Grafik pertumbuhan bakteri pada media limbah tahu dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Pada Media Limbah Padat.



Gambar 4. Kurva Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Pada Media Limbah Cair.

Analisis Data

Berdasarkan data hasil pengamatan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* di atas, data tersebut diolah menggunakan statistik dengan metode one way ANOVA. Uji ANOVA ini bertujuan untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak. Dari uji tersebut didapat $\text{sig} > \alpha$ sehingga H_0 diterima sehingga data tersebut dapat dikatakan terdistribusi normal. Kemudian dilakukan *Test of Homogeneity of Variances*, uji ini bertujuan untuk melihat data yang digunakan homogen atau tidak. Dari uji ini didapat nilai $\text{sig} > \alpha$ ($0,222 > 0,05$) sehingga H_0 diterima dan dapat dikatakan data yang digunakan homogen.

Setelah itu dilakukan Test ANOVA dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%, didapat $\text{sig} < \alpha$ ($0,000 < 0,05$) sehingga H_0 ditolak hal ini berarti data yang digunakan memenuhi tingkat kepercayaan yang digunakan. Karena data yang digunakan memenuhi persyaratan, maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang bermakna antara konsentrasi media yang digunakan. Dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa limbah padat 50% memiliki perbedaan yang paling signifikan dibandingkan dengan limbah padat 20%, sehingga dapat dikatakan bahwa limbah padat 50% sudah memberikan potensi yang baik untuk dijadikan nutrisi pertumbuhan bakteri.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa limbah tahu padat dan cair dapat dijadikan nutrisi substitusi untuk pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, hal tersebut dapat dilihat dari koloni bakteri yang tumbuh pada masing-masing media. Dari hasil penelitian dan pengolahan data, limbah tahu padat dengan konsentrasi 50% memiliki potensi yang lebih untuk digunakan sebagai nutrisi substitusi pada media pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan jumlah koloni bakteri yang lebih banyak dibandingkan media lainnya yaitu dengan rata-rata jumlah koloni sebanyak 64 cfu.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya ada saran yang dapat membantu agar hasil yang didapat lebih baik lagi yaitu perlu memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan bakteri seperti pH, suhu, dan kandungan air serta menggunakan metode yang lain dalam menghitung jumlah bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arbi, T. A., Noviyandri, P. R., & Valentina, N. V. (2019). Gambaran Perlekatan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Berbagai Benang Bedah (Studi Kasus pada Tikus Wistar). *Cakradonya Dental Journal*, 11(1), 48–57. <https://doi.org/10.24815/cdj.v11i1.13628>
2. Budiman, A., Rusnawan, D. W., & Yuliana, A. (2018). Antibacterial activity of piper betle L. Extract in cream dosage forms against *Staphylococcus aureus* and *propionibacterium acne*. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(3), 493–496.
3. Dewa, R., & Idrus, S. (2017). Identifikasi Cemaran Limbah Cair Industri Tahu Di Kota Ambon. *Majalah BIAM*, 13(2), 11. <https://doi.org/10.29360/mb.v13i2.3544>
4. Fitri, A. S., & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. *Sainteks*, 17(1), 45. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8536>
5. Karimela, E. J., Ijong, F. G., Palawe, J. F. P., & Mandeno, J. A. (2019). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri *Staphylococcus Epidermis* Pada Ikan Asap Pinekuhe. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 35–42. <https://doi.org/10.24319/jtpk.9.35-42>
6. Maristiasa, N. P., Wardoyo, F. A., Darmawati, S., & Ethica, S. N. (2019). Isolasi dan Uji Tingkat Patogenitas Bakteri Proteolitik untuk Bioremediasi Limbah Industri Tahu. *Prosiding Mahasiswa Seminar Nasional Unimus*, 2, 164–170.
7. Muthawali, D. I. (2019). Penetapan Kadar Biuret Dalam Pupuk Urea Prill Dengan Metode Spektrofotometri. *Saintek ITM*, 31(2). <https://doi.org/10.37369/si.v31i2.38>
8. Nurjannah, L., Suryani, S., Achmadi, S. S., & Azhari, A. (2017). Produksi Asam Laktat oleh *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dengan Sumber Karbon Tetes Tebu. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v9i1.5903>
9. Ramadhani, N., Herlina, H., & Pratiwi, A. C. (2019). Perbandingan Kadar Protein Telur Pada Telur Ayam Dengan Metode Spektrofotometri Vis. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2), 53. <https://doi.org/10.26874/kjif.v6i2.142>
10. Rizki, Z., & Syahnitya, H. (2019). Pemanfaatan Bengkoang (*Pachyrrhizus erosus*) dan Tauge (*Vigna radiate*) sebagai Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Sel Jurnal Penelitian Kesehatan*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.22435/sel.v6i1.1411>
11. Utami, L. A., & Suprihadi, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Media Pertumbuhan *Aspergillus flavus* DUCC-K225 untuk Produksi Enzim Protease. *Berkala Bioteknologi*, 1(1). <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/2213>
12. Wati, R. Y. (2018). Pengaruh Pemanasan Media PCA Berulang Terhadap Uji TPC di Laboratorium Mikrobiologi Teknologi Hasil Pertanian Unand. *Jurnal Temapela*, 1(2), 44–47. <https://doi.org/10.25077/temapela.1.2.44-47.2018>
13. Yuliana, A. (2015). Uji Aktivitas Antijamur Formulasi Emulsi Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L. Merr). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi*, 12(1), 242. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v12i1.85>