

Aktivitas Antibakteri Tempe Angkak Terhadap Bakteri *Bacillus* sp dan *Escherichia Coli* (Antibacterial Activity of Tempeh Angkak Against *Bacillus* sp and *Escherichia Coli* Bacteria)

Indah Sari Pakpahan¹, & Lusiawati Dewi²

Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

Email: pakpahanindahsari@gmail.com; lusiawati.dewi@uksw.edu

Memasukkan: Februari 2022, Diterima: Juni 2022

ABSTRACT

Tempe is a fermented soybean products from Java, Indonesia, which has been known as a source of protein, vitamin B12, and contains bioactive compounds such as isoflavones in significant quantities and there are other bioactive components such as antibacterial. The process of making tempeh is often at risk of contamination with the emergence of contaminant bacteria *Bacillus* sp and *Escherichia coli* can degrade the quality of the product. Modification of the addition of numbers has the potential to be an inhibitor of bacterial contaminants due to the presence of the main active substance monascidin which is antibacterial. The presence of antibacterial activity can be used as an alternative substance to inhibit the growth of bacterial. This study aimed to analyze the antibacterial activity in inhibiting the growth of *Bacillus* sp and *Escherichia coli* in the tempeh fermentation process and knowing the effect of the addition of numbers on the value of water content and organoleptic properties (taste, aroma, and color) of tempeh with the addition of angkak powder. Research design using a completely randomized design with 6 treatment standards; 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% with 4 repeats. The research instrument used is a bland zone with disc diffusion methods. The research data is antibacterial activity, water content and organoleptic. The results showed that the addition of angkak to soybean tempeh had an effect on antibacterial activity with a diameter range of the inhibition zone of 10–21±17 mm. The addition of angkak to the water content of tempeh did not have a significant effect with a value range of 63.03±0.01 - 64.72% and there was an effect on the panelists' preference for color parameters and did not affect the taste and aroma parameters. From the results of the study, it can be concluded that Angkak has the potential to be used as an antibacterial agent and natural dye.

Keywords: Antibacterial, angkak, *Bacillus* sp, *Escherichia coli*, tempe

ABSTRAK

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi kedelai dari Jawa Indonesia yang telah dikenal sebagai sumber protein, vitamin B12, dan mengandung senyawa bioaktif seperti isoflavone dalam jumlah yang signifikan, dan terdapat komponen bioaktif lainnya seperti antibakteri. Proses pembuatan tempe seringkali beresiko kontaminasi dengan timbulnya bakteri kontaminan *Bacillus* sp dan *Escherichia coli* yang dapat menurunkan kualitas produk. Modifikasi penambahan angkak berpotensi sebagai penghambat bakteri kontaminan karena adanya zat aktif utama *monascidin* yang bersifat sebagai antibakteri. Adanya aktivitas antibakteri dapat dijadikan sebagai zat alternatif untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Penelitian bertujuan untuk menganalisis aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan *Bacillus* sp dan *Escherichia coli* dalam proses fermentasi tempe serta mengetahui pengaruh penambahan angkak terhadap nilai kadar air dan sifat organoleptik (rasa, aroma, dan warna) tempe dengan penambahan bubuk angkak. Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 6 taraf perlakuan; 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% dengan 4 pengulangan. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu zona hambat dengan metode difusi cakram. Data penelitian adalah aktivitas antibakteri, kadar air dan organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan penambahan angkak pada tempe kedelai memberikan pengaruh terhadap aktivitas antibakteri dengan rentang diameter zona hambat sebesar 10–21±17 mm. Penambahan angkak terhadap kadar air tempe tidak memberikan pengaruh signifikan dengan rentang nilai sebesar 63,03±0,01 - 64,72% serta ada pengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna dan tidak memberikan pengaruh terhadap parameter rasa dan aroma. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa angkak berpotensi digunakan sebagai bahan antibakteri dan pewarna alami.

Keywords: Antibakteri, angkak, *Bacillus* sp, *Escherichia coli*, tempe

PENDAHULUAN

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi kedelai dari Jawa Indonesia yang telah dikenal sebagai sumber protein, vitamin B12 dan mengandung senyawa bioaktif, seperti isoflavon dalam jumlah yang signifikan, serta terdapat komponen bioaktif lainnya seperti antibakteri (Babu *et al.* 2009; Nout & Kiers 2005). Tempe biasanya dibuat dari kacang kedelai yang difermentasi dengan *Rhizopus* spp., tetapi dapat dibuat dengan menggunakan berbagai kacang-kacangan, maupun biji-bijian lain. Meskipun demikian, jenis tempe yang paling banyak diminati oleh masyarakat Indonesia adalah tempe yang dibuat dari kacang kedelai (Astuti 2000). Tempe termasuk bahan pangan fungsional merakyat yang disukai karena manfaat kesehatan, keterjangkauan, dan keberlanjutannya. Tempe ini lebih diminati dan mendapatkan popularitas di Asia bahkan seluruh dunia karena merupakan makanan yang ekonomis, bergizi, sehat, dan mudah disiapkan. Saat ini tempe sudah distandardisasi oleh FAO–WHO CODEX Alimentarius Commission yang menjadikannya berpotensi dipasarkan Internasional, khususnya vegetarian dan *vegan based market*. Penggunaan tempe pada *western food* diantaranya sebagai pengganti daging, penambah rasa, dan bakeries. Hal ini didasari oleh mengkonsumsi tempe memberikan fungsi gizi dasar bagi seluruh kalangan masyarakat (Shurtleff & Aoyagi 2020).

Mengingat dalam proses pembuatan tempe seringkali mengalami resiko kontaminasi oleh bakteri pembusuk maupun patogen hal ini menjadi perhatian untuk menurunkan resiko kontaminan pada saat fermentasi. Bakteri kontaminan dalam tempe yang berpotensi sebagai patogen seperti *S. aureus*, *B. cereus* dan *E.coli*. *Bacillus* merupakan salah satu bakteri yang mungkin mengontaminasi tempe karena bakteri tersebut umum dijumpai dalam tanah dan kadang dijumpai pada kedelai. Jika bakteri kontaminan lebih banyak tumbuh hal ini dapat menyebabkan kualitas produk tempe menjadi rendah. Tempe sendiri telah diketahui memiliki sifat antibakteri karena adanya senyawa glikoprotein, peptida antimikroba, dan flavonoid yang dihasilkan oleh jamur *Rhizopus* spp. selama proses fermentasi. (Roubus-van den Hil dan Nout, 2011). Oleh karena itu dilakukannya modifikasi

pada tempe dengan penambahan bahan nabati berupa angkak yang berpotensi sebagai penghambat bakteri kontaminan.

Angkak merupakan produk hasil fermentasi beras oleh kapang *Monascus purpureus* yang sering digunakan sebagai pengganti pewarna sintesis dan pengawet alami untuk produk pangan (Ramadhan 2013). Angkak mengandung metabolit sekunder seperti isoflavon, sterol, lovastatin, asam lemak tidak jenuh dan vitamin B kompleks serta citrinin (Goufo 2014). Disamping itu angkak memiliki zat aktif utama monascidin yang bersifat sebagai antibakteri sehingga dapat di-jadikan sebagai bahan pengobatan berbagai penyakit seperti infeksi. Astawan (2008) menyatakan se-nyawa antibakteri pada angkak memiliki sifat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab penyakit maupun bakteri perusak seperti *Bacillus*, *Pseudomas* dan *Streptococcus*, sehingga menjadikannya berpotensi dalam memperpanjang umur simpan pangan dengan meminimalisir tingkat kontaminasi. Prinsip kerja dari angkak dalam menghambat kontaminan sama dengan prinsip antibiotik, dimana senyawa antimikrobia akan meyerang bagian dinding sel dengan cara menghambat sintesis peptidoglikan, hal ini dapat mematikan bakteri tanpa membahayakan bagian inangnya (Fitri 2011). Penambahan angkak pada tempe diketahui dapat memberikan warna yang membuat tampilan tempe menjadi lebih menarik, dimana penggunaan angkak sebagai pewarna pada pangan telah banyak dilakukan karena keunggulannya yang menghasilkan warna lebih konsisten dan stabil, dan pigmen yang dihasilkan dapat larut dalam air, selain itu warna yang dihasilkan dapat bercampur dengan pigmen lain serta aman untuk dikonsumsi. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian terhadap aktivitas antibakteri tempe dengan penambahan angkak untuk menganalisis aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan *Bacillus* sp dan *Eschericia coli* dalam proses fermentasi tempe serta mengetahui pengaruh penambahan angkak terhadap nilai kadar air dan sifat organoleptik (rasa, aroma, dan warna) sehingga penambahan bubuk angkak ini diharapkan dapat meningkatkan aktivitas antibakteri tempe dalam menghambat bakteri kontaminan, serta optimal dalam menurunkan kadar air dan dapat menghasilkan inovasi produk tempe merah yang mengandung antibakteri dan disukai

oleh konsumen.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental. dengan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktor yang terdiri atas 1 faktor perlakuan yaitu penambahan serbuk angkak ke dalam tempe kedelai yang terdiri atas enam konsentrasi yaitu 0%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; dan 3% dengan 4 kali ulangan. Bahan yang digunakan antara lain angkak diperoleh dari Toserba Niki Baru daerah Pasar Raya Salatiga Jawa Tengah, kedelai rebus, ragi tempe (RAPRIMA, Indonesia), alkohol 70%, *Ethyl acetate* (Merck Millipore, Jerman), akuades, air, es batu, biakan *Bacillus* dan *Escherichia coli*, Nutrient Agar (Merck Millipore, Jerman), NaCl (Merck Millipore, Jerman), *Tetracycline Antimicrobial Susceptibility discs* (Oxoid, USA), kertas cakram (Oxoid, USA), aluminium foil dan kapas.

Serbuk angkak dibuat dengan menghaluskan angkak dengan menggunakan blender. Penyalutan serbuk dilakukan dengan mengacu pada metode Irdawati (2012) dengan penggunaan konsentrasi serbuk angkak (w/w) 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%. Sampel tempe dibuat dengan mencampurkan serbuk angkak dengan cara diinokulasikan ke dalam campuran kedelai rebus dan ragi sesuai dengan perlakuan. Kemudian dilakukan pengemasan menggunakan ziplock lalu diinkubasi pada suhu ruang (27-30°C) selama 3 x 24 jam.

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan ekstrak sampel tempe dari setiap perlakuan. Ekstraksi sampel secara maserasi dengan mencampurkan 50 gr tempe yang telah dihaluskan dengan 100 ml etil asetat kedalam erlenmeyer. Ekstrak yang diperoleh kemudian disimpan selama 3 hari pada suhu kamar (27±2°C) dan dilakukan penyaringan dengan kertas saring sehingga didapatkan maserat. Selanjutnya maserat dipekatkan dengan alat *vacum rotary evaporator* pada suhu 50°C sampai diperoleh endapan kental. Endapan kental yang diperoleh kemudian ditimbang sebanyak 5 gr lalu disimpan pada botol kaca. Penentuan aktivitas antibakteri dilakukan dengan mengacu pada metode difusi cakram oleh Suherman (2018) yang dimodifikasi dengan

meremajakan kultur *Bacillus sp* dan *Escherichia coli* dan pembuatan media NA untuk uji antibakteri. Pengujian dilakukan dengan mengambil bakteri dari media peremajaan yang kemudian dilarutkan dalam garam fisiologis steril sampai diperoleh kekeruhan larutan standar 0,5 McFarland. Suspensi diambil sebanyak 0,5 dan ditanam secara merata diatas agar plate secara aseptis. Pada media tersebut kemudian diletakkan kertas cakram berdiameter 6 mm yang telah berisi ekstrak tempe dengan konsentrasi yang berbeda dan untuk pembanding kontrol positif digunakan kertas cakram yang berisi antibiotik amoksisilin 30 µg/mL. Pengamatan uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan melihat dan mengukur besarnya diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar daerah pertumbuhan bakteri. Kategori kekuatan aktivitas antibakteri didasarkan pada (Mawaddah dkk. 2018) yaitu 5 mm, lemah; 5-10 mm, sedang; 10–20 mm, kuat; 20 mm, sangat kuat. Selanjutnya Skala Penilaian Uji Organoleptik seperti tertera pada Tabel 1.

Penentuan kadar air dilakukan dengan menggunakan metode yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) Tempe kedelai dengan nomor standar 3144:2015, cawan porselen dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam kemudian didinginkan menggunakan desikator selama 20 menit. Cawan yang telah didinginkan tersebut kemudian ditimbang sebagai berat cawan awal atau (W0). Kemudian sampel tempe ditimbang sebanyak 2 gr dari setiap perlakuan dihaluskan dan dimasukkan ke dalam cawan sebelum dipanaskan di dalam oven cawan dan sampel tersebut ditimbang menggunakan neraca analitik (W1). Setelah ditimbang cawan dan sampel dipanaskan dengan oven pada suhu 100°C selama 5 jam. Selanjutnya cawan dan sampel yang telah dioven didinginkan menggunakan desikator selama 20 menit kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik. Proses pemanasan ini diulang hingga diperoleh bobot konstan (W2).

Tabel 1. Skala Penilaian Uji Organoleptik

Penilaian skala hedonik	Skor
Sangat tidak menyukai	1
Tidak menyukai	2
Netral	3
Suka	4
Sangat menyukai	5

Kemudian persentase kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \right) \times 100\%$$

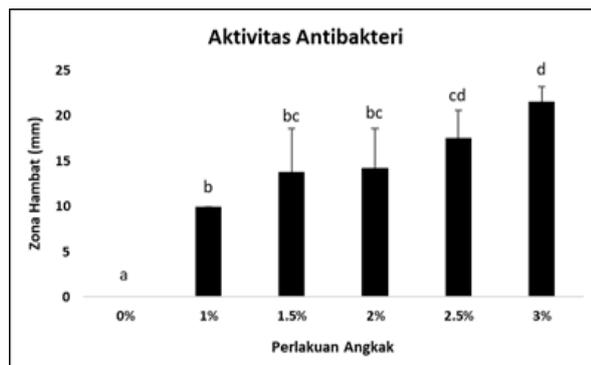
HASIL

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Aktivitas Antibakteri Tempe

Hasil uji aktivitas antibakteri seperti tertera pada Gambar 1 menunjukkan perbandingan kekuatan aktivitas antibakteri sampel tempe angkak pada berbagai taraf perlakuan konsentrasi. Berdasarkan uji *kruskall wallis* diketahui bahwa terdapat perbedaan nyata zona hambat diantara keenam fraksi ekstrak tempe angkak terhadap bakteri *Bacillus* sp. Dilanjutkan dengan *Post Hoc Duncan* untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan mana yang berbeda dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan uji, semua perlakuan dengan penambahan angkak memberikan perbedaan nyata terhadap kontrol. Nilai aktivitas antibakteri terkecil diperoleh pada perlakuan tanpa penambahan angkak 0% sebagai kontrol dan yang tertinggi diperoleh pada konsentrasi penambahan angkak 3%. Meskipun demikian, perlakuan penambahan angkak baik pada taraf konsentrasi 0% sampai dengan 3% memiliki nilai yang saling beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian angkak dalam pembuatan tempe memberikan pengaruh terhadap aktivitas antibakteri. Sehingga dengan hasil yang diperoleh akan diketahui konsentrasi angkak yang optimal dalam menghambat pertumbuhan *Bacillus* sp dalam proses fermentasi tempe.

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Kategori Kekuatan Aktivitas Antibakteri Tempe

Berdasarkan uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram. Apabila diameter zona hambat yang terbentuk semakin besar, maka semakin tinggi juga aktivitas penghambatan yang dihasilkan. Uji aktivitas antibakteri yang bertujuan untuk mengetahui tingkat aktivitas penghambatan pada tempe yang diberi perlakuan angkak dengan konsentrasi yang berbeda. Adapun konsentrasi yang digunakan yaitu 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%. Hasil yang diperoleh pada Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan kategori kekuatan dari setiap



Gambar 1. Diagram Batang Aktivitas Antibakteri Tempe Angkak terhadap *Bacillus* sp dengan berbagai konsentrasi

perlakuan dan pada Gambar 2 menunjukkan terbentuknya zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa penambahan angkak dalam fermentasi tempe tidak memberikan pengaruh terhadap bakteri *Escherichia coli* pada berbagai perlakuan konsentrasi karena tidak menunjukkan adanya penghambatan yang terjadi.

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Kadar Air Tempe

Kadar air berpengaruh terhadap mutu dan daya simpan suatu bahan pangan, sehingga pengukuran kadar air perlu dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air yang terkandung dalam tempe yang ditambahkan bubuk angkak pada konsentrasi yang berbeda. Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar air tempe setelah diberi perlakuan angkak tidak menunjukkan perbedaan nyata yang signifikan dari setiap perlakuan dengan nilai kadar air terendah diperoleh dari penggunaan angkak pada konsentrasi 2%, yaitu $63,03 \pm 0,01\%$, sedangkan nilai kadar air tertinggi diperoleh pada konsentrasi 1% yaitu sebesar $64,72\%$. Penambahan angkak belum mampu menurunkan persentase kadar air tempe menjauhi batas maksimal menurut Standar Nasional Indonesia yaitu sebesar $<65\%$. Penurunan kadar air pada tempe yang kurang signifikan ini dapat disebabkan oleh sifat angkak yang tidak memiliki kemampuan daya serap optimal terhadap air.

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Organoleptik Tempe

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa setiap perlakuan mendapatkan respon berbeda dari

Tabel 2. Kategori Kekuatan Aktivitas Antibakteri Tempe Angkak Terhadap Bakteri *Bacillus sp*.

Perlakuan	Aktivitas Antibakteri	
	Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori*
Kontrol Positif	32	Sangat kuat
Kontrol Negatif	0	Lemah
Konsentrasi 1%	10	Sedang
Konsentrasi 1,5%	13 ± 4,7	Sedang
Konsentrasi 2%	14 ± 4,3	Sedang
Konsentrasi 2,5%	17 ± 3,1	Sedang
Konsentrasi 3%	21 ± 1,7	Sangat kuat



Gambar 2. Zona Hambatan Aktivitas Antibakteri Tempe Angkak terhadap *Bacillus sp*.

Keterangan: (a) Kontrol negatif dan kontrol positif, (b) Perlakuan tempe angkak konsentrasi 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%.



Gambar 3. Zona Hambatan Aktivitas Antibakteri Tempe Angkak terhadap *Escherichia coli*

Keterangan: (a) Kontrol negatif dan kontrol positif, (b) Perlakuan tempe angkak konsentrasi 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%.

masing-masing panelis. Jika dilihat pada Gambar 4 diketahui penambahan serbuk angkak pada tempe memberikan pengaruh terhadap parameter warna (4a) tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap parameter aroma (4b) dan rasa (4c) apabila ditinjau berdasarkan pada persentase kesukaan responden. Disamping itu, untuk mengetahui perlakuan mana saja yang berbeda secara nyata maka dilakukan juga uji lanjut *Post Hoc Duncan* dengan notasi huruf (a, b, c). Hasil uji *Duncan* menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada parameter warna tempe angkak pada kontrol

Tabel 3. Kategori Kekuatan Aktivitas Antibakteri Tempe Angkak Terhadap Bakteri *Escherichia coli*.

Perlakuan	Aktivitas Antibakteri	
	Rerata Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori zona hambat*
Kontrol Positif	34	Sangat kuat
Kontrol Negatif	0	—
Konsentrasi 1%	10	—
Konsentrasi 1,5%	13 ± 4,7	—
Konsentrasi 2%	14 ± 4,3	—
Konsentrasi 2,5%	17 ± 3,1	—
Konsentrasi 3%	21 ± 1,7	—

*Kategori berdasarkan (Mawaddah 2018). <5 mm, lemah: 5 -10 mm, sedang; 10–20 mm, kuat; >20 mm, sangat kuat

Tabel 4. Rekapitulasi Kadar Air Tempe Angkak

Perlakuan	Kadar Air (%)*
Konsentrasi 0%	64,38 ± 0,00
Konsentrasi 1%	64,72 ± 0,00
Konsentrasi 1,5%	63,64 ± 0,00
Konsentrasi 2%	63,03 ± 0,01
Konsentrasi 2,5%	63,06 ± 0,01
Konsentrasi 3%	63,27 ± 0,02

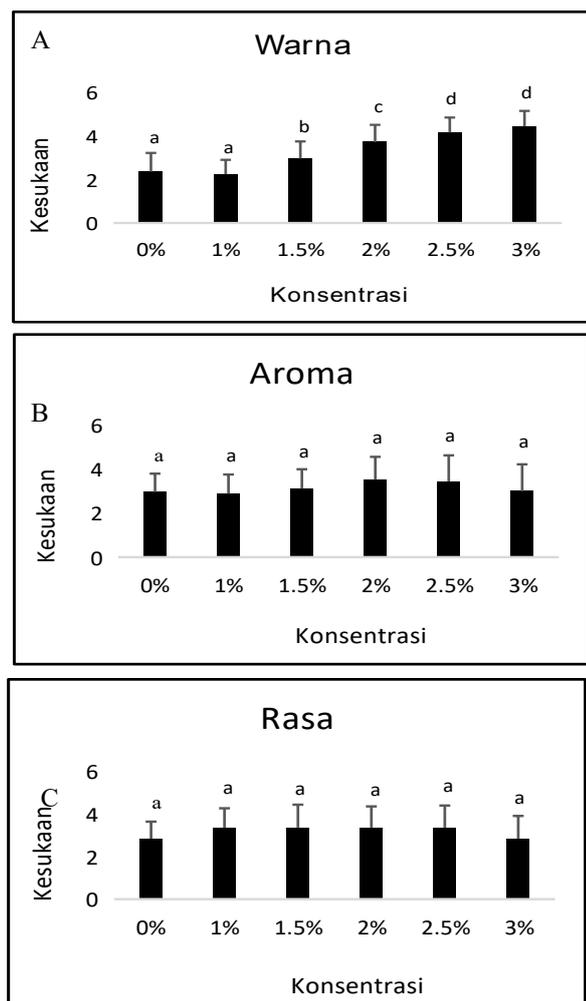
*Kadar air maksimal pada tempe berdasarkan SNI adalah <65% (BSN 2015)

dan kelima konsentrasi yang diberi perlakuan. tetapi untuk parameter aroma dan rasa tidak menunjukkan adanya beda nyata karena menunjukkan notasi yang sama.

PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Aktivitas Antibakteri Tempe

Hasil pengujian terhadap bakteri *Bacillus sp* menunjukkan bahwa penambahan angkak mampu meningkatkan kekuatan aktivitas antibakteri tempe secara signifikan dibandingkan dengan tempe tanpa perlakuan (kontrol), yang ditunjukan pada Gambar 1 memperlihatkan adanya tingkat perbedaan antar varian berdasarkan letak kolom nilai subset dari hasil uji lanjut *duncan* yang ditunjukan dengan notasi (a, b, c, d). Nilai aktivitas meningkat seiring dengan meningkatnya perlakuan yang diberikan. Peningkatan kekuatan aktivitas antibakteri disebabkan



Gambar 4. Hasil Uji Organoleptik pada Tempe Angkak
Keterangan: a) Organoleptik tempe angkak terhadap parameter warna, (b) organoleptik tempe angkak terhadap parameter aroma, (c) organoleptik tempe angkak terhadap parameter rasa.

-kan oleh keberadaan senyawa aktif monascidin pada angkak yang memiliki fungsi sebagai agen antibakteri. Aktivitas antibakteri yang dihasilkan berdasarkan perlakuan konsentrasi memiliki pola peningkatan. Pola peningkatan ini berhubungan dengan aktivitas senyawa aktif monascidin, dimana adanya aktivitas antibakteri tersebut memungkinkan adanya efek preservatif dari penggunaan pada produk fermentasi *Monascus*. Maka dari itu dapat dinyatakan bahwa penambahan konsentrasi serbuk angkak berpengaruh pada aktivitas antibakteri yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi angkak, maka semakin besar diameter zona hambat yang terbentuk. Hasil uji aktivitas antibakteri pada Tabel 2 menunjukkan nilai aktivitas terendah terdapat pada konsentrasi 0% (kontrol) dengan diameter zona hambat yaitu 0 mm (tidak terjadi

peng-hambatan) dan nilai aktivitas antibakteri tertinggi terdapat pada konsentrasi 3% yaitu sebesar $21 \pm 1,7$ mm, yang jika dikategorikan berdasarkan (Mawaddah, 2018), hasil yang diperoleh masuk kedalam kategori kekuatan aktivitas mulai dari sedang sampai dengan sangat kuat. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan yang diberikan maka semakin tinggi juga aktivitas penghambatan yang terjadi.

Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* diketahui belum mampu dalam menghambat pertumbuhan bakteri, dapat dilihat pada Gambar 3 hasil yang diperoleh menunjukkan tidak adanya aktivitas penghambatan yang terjadi, hal ini berkaitan dengan kemampuan yang dimiliki oleh jenis kapang pada angkak dimana *Monascus purpureus* pada umumnya cukup intens dalam menghambat semua spesies *Bacillus*, *Streptococcus* dan *Pseudomonas* maupun berbagai bakteri gram positif lainnya sedangkan *Escherichia coli* merupakan anggota dari kelompok bakteri gram negatif, dengan struktur mempunyai membran luar yang tersusun atas lipopolisakarida, lipoprotein, dan lipofosfat yang melindungi lapisan tipis dari peptidoglikan. *Monascidin* diduga memiliki kemampuan dalam menghambat sintesis peptidoglikan dari dinding sel bakteri. Peptidoglikan sebagai komponen utama dinding sel bakteri memiliki fungsi dalam memelihara dan mempertahankan komponen struktural yang kuat sehingga dapat menahan tekanan osmosis yang tinggi akibat dari kadar ion organik dalam sel. Pada proses ekstraksi pelarut yang digunakan dalam maserasi adalah etil asetat yang digunakan pada berbagai perlakuan dalam uji antibakteri. Etil asetat diketahui memiliki sifat semi polar, sehingga senyawa seperti flavonoid tidak dapat terekstraksi dengan baik karena flavonoid dalam tempe merupakan senyawa polar yang strukturnya terdiri dari gugus hidroksil, sehingga hanya pelarut bersifat polar yang dapat mengekstraksinya secara sempurna. Sehingga hal ini mempengaruhi diameter zona bening yang relatif kecil untuk suatu bahan aktif hasil maserasi (Kemit *et al.* 2016).

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Kadar Air Tempe

Kadar air merupakan salah satu parameter penting yang perlu diperhatikan karena pengaruhnya terhadap mutu dan daya simpan suatu bahan pangan. Tingginya kadar air pada suatu produk

akan berdampak pada berlangsungnya kerusakan, dalam hal ini semakin tinggi kadar air pada tempe maka akan semakin buruk kualitas tempe tersebut karena lebih cepat mengalami pembusukan. Kadar air yang lebih rendah pada tempe dengan diberi perlakuan penambahan angkak memungkinkan tempe tersebut memiliki kualitas dan masa simpan yang lebih baik, sebab apabila kadar air tempe relatif tinggi, maka tempe akan semakin rawan akan kerusakan. Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa penambahan bubuk angkak menurunkan kadar air tempe hingga $63,03 \pm 0,01\%$ pada konsentrasi 2%. Penurunan kadar air terjadi karena air yang dihasilkan melalui proses fermentasi masih dapat digunakan kembali oleh kapang untuk melakukan respirasi (Purwanto dan Weliana, 2018). Proses respirasi sering melibatkan kinerja enzim hidrolitik dari kapang sehingga penurunan kadar air menunjukkan aktivitas fermentasi kapang meningkat. Hal ini disebabkan dalam proses hidrolisis, air bebas yang terkandung dalam substrat akan direduksi dan digunakan sebagai reagen dan diubah menjadi air terikat yang menyebabkan penurunan kandungan air dalam bahan (Budiono, 2016). Penurunan kadar air yang terjadi menunjukkan bahwa konsentrasi bubuk angkak 2% tidak menghambat pertumbuhan kapang. Angkak yang berfungsi sebagai pelapis pigmen juga berperan menyerap kelebihan air yang dihasilkan oleh proses respirasi kapang pada saat fermentasi berlangsung. Namun dari hasil yang diperoleh penambahan angkak sendiri belum mampu mengurangi kadar air menjauhi batas maksimal kadar air SNI tempe, terlihat pada Tabel 4 yang menunjukkan nilai persentase kadar air memiliki nilai sebesar 63-64%, hal ini dapat disebabkan oleh sifat angkak yang memiliki daya serap air yang rendah.

Pengaruh Penambahan Angkak Terhadap Organoleptik Tempe

Uji organoleptik bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan responden terhadap tempe yang ditambahkan bubuk angkak pada konsentrasi yang berbeda. Berdasarkan pada persentase kesukaan konsumen, perlakuan penambahan angkak mampu mempengaruhi parameter warna dengan nilai signifikansi sebesar 0,008 ($p < 0,05$). Terjadinya perubahan warna putih dari tempe menjadi warna merah menunjukkan adanya metabolit sekunder

yang dihasilkan oleh mikroba yang memiliki potensi menghasilkan pigmen, yaitu kapang sebagai penghasil pigmen merah yaitu *Monascus*. Sedangkan pada parameter aroma dan rasa penambahan angkak pada tempe tidak memberikan pengaruh yang signifikan dengan nilai yang diperoleh sebesar 0,477 ($p > 0,05$) untuk aroma dan 0,119 ($p > 0,05$) untuk rasa. Seperti yang dilaporkan oleh Indianti & Andayani (2012) pada penelitiannya, bahwa penambahan angkak dapat meningkatkan warna tanpa menyebabkan perubahan rasa, bau dan tekstur, demikian juga pada penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 4a, 4b dan 4c, kemampuan angkak atau ekstraknya dalam mempengaruhi warna berkaitan dengan pigmen warna yang dihasilkan dari jenis kapang dalam pembuatan produk angkak yaitu jenis kapang *Monascus* yang memiliki karakteristik berwarna merah. Sebagaimana terlihat pada gambar 4a, tingkat kesukaan terendah diperoleh pada konsentrasi 1% sebesar 2,24% tetapi bukan pada perlakuan kontrol. Hasil tersebut menyatakan bahwa responden lebih menyukai tempe tanpa perlakuan jika dibandingkan dengan perlakuan 1%, hal ini berkaitan dengan warna merah yang dihasilkan memiliki warna kurang pekat jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya (1,5%; 2%; 2,5%; 3%) sehingga kesan pertama yang diperoleh menunjukkan responden lebih menyukai tempe kontrol. Selain itu faktor lain seperti adanya proses pemasakan yang tidak sama rata akan berdampak pada tingkat kematangan atau tingkat kerusakan pada tampilan, yang mengakibatkan warna pada tempe perlakuan 1% mengalami perubahan sehingga selera responden terhadap perlakuan 1% menjadi berkurang. Sedangkan tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 3% dengan nilai kesukaan sebesar 4,44% yang menyatakan bahwa panelis menyukai warna dari tempe dengan penambahan angkak. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin meningkat level konsentrasi pemberian serbuk angkak, semakin meningkat juga nilai kesukaan yang diberikan.

Kemampuan angkak atau ekstraknya dalam meningkatkan cita rasa pada pangan dimungkinkan terkait dengan kandungan oligopeptidanya (Tisnadjaja, 2006). Senyawa oligopeptida angkak pada proses pembuatan tempe diduga tidak sebanding dengan penggunaan bahan lain, sehingga dalam

hal ini penambahan bubuk angkak tidak mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap parameter rasa. Sama halnya pada parameter aroma, penambahan serbuk angkak tidak memberikan kontribusi secara signifikan terhadap tingkat kesukaan responden, hal ini dapat terlihat pada gambar 5b hasil uji menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar keenam perlakuan. Hal ini menandakan bahwa penambahan serbuk angkak dalam pembuatan tempe belum mampu meningkatkan tingkat kesukaan aroma dari responden. Seperti yang diketahui salah satu faktor yang menentukan aroma yang tercium dari tempe yaitu jenis starter dan jenis kedelai yang digunakan dalam proses fermentasi tempe. Aroma yang dihasilkan tergantung dari jenis komponen yang terbentuk pada saat fermentasi, komponen yang dihasilkan memiliki ukuran dan berat molekul yang lebih kecil dari bahan awalnya sehingga menyebabkan komponen mudah meng-alami *volatile* dan tercium sebagai aroma khas tempe sehingga hal ini mengakibatkan aroma angkak menjadi tidak dominan. Hal ini semakin diperkuat oleh pernyataan panelis bahwa tempe yang diberi perlakuan angkak dengan tempe perlakuan kontrol tidak memiliki perbedaan aroma yang begitu signifikan.

KESIMPULAN

Penambahan bubuk angkak dengan tingkatan konsentrasi 0% sampai dengan 3% berpengaruh secara signifikan terhadap aktivitas antibakteri pada tempe terhadap *Bacillus* sp tetapi tidak berpengaruh terhadap *Escherichia coli* karena menunjukkan tidak adanya penghambatan yang terjadi. Pada pengujian kadar air penambahan serbuk angkak mampu menurunkan kadar air hingga 63,03% tetapi tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan yang diberikan. Konsentrasi penambahan angkak berdasarkan tingkat kesukaan berpengaruh nyata terhadap warna namun tidak berbeda nyata dengan rasa dan aroma tempe pada uji organoleptik.

KONTRIBUSI PENULIS

ISP merupakan penulis utama dalam melakukan penulisan dan analisis data pada artikel

dengan dibantu oleh LD sebagai pengarah dan pembimbing dalam penyusunan artikel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung dalam proses penelitian, yaitu Dra. Lusiawati Dewi, M.Sc. selaku dosen pembimbing di Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana yang telah membimbing dan mengarahkan dalam proses penyusunan artikel penelitian ini, dan kepada Mas Joko dan Mbak Nanuk selaku laboran yang telah memberikan wadah untuk melaksanakan penelitian dan turut membantu dalam terlaksananya penelitian, serta ucapan terima kasih kepada keluarga, juga kerabat yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Seluruh kelancaran dan keberhasilan ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dukungan serta bantuan dari berbagai pihak terkait. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu dibutuhkannya kritik dan saran untuk menjadi perbaikan artikel ini. Penulis berharap semoga artikel ini dapat bermanfaat dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang baik bagi para pembaca. Terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, M., B. Eng, A. Meliala, & B. Med. 2000. *Tempe , a nutritious and healthy food from Indonesia*. 9 (May): 322–325.
- Ahmad, A., K. Ramasamy, SM. Jaafar, ABA. Majeed, & V. Mani. 2014. *Total isoflavones from soybean and tempeh reversed scopolamine-induced amnesia, improved cholinergic activities and reduced neuroinflammation in brain*. Food Chemistry Toxicology, 65, 120–128.
- Astawan, M. 23 Januari 2008. *Angkak Turunkan Kolesterol*. Kompas, hal. 7
- Babu, PD., R. Bhakayaraj, & R. Vidhyalakshmi. 2009. A low cost nutritious food “tempeh”-A review. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 4(1), 22–27.
- Budiono, RA. 2016. Pengaruh Jenis Kapang terhadap Aktivitas Fermentasi Tempe Saga Pohon (*Adenanthera pavonina* L.) [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi,

- Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Fitri S., MAM. Andriani, & R. Utami. 2011. Pengaruh berbagai jenis beras terhadap aktivitas antimikrobia pada angkak oleh *Monascus purpureus*. *Jurnal Biofarmasi* 9 (2): 50-54.
- Gagne, L. & V. Maizes. 2018. Osteoporosis. In: *Integrative Medicine*, 4th ed. (edited by D. Rakel) Pp. 370–381. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Goufo, P., & H. Trindade. 2014. Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, oryzanol, and phytic acid. *Food Sci Nutrition* 2: 75-104. DOI: 10.1002/fsn3.86.
- Indrawati, T., D. Tisnadajaja, & Ismawatie. 2010. Pengaruh suhu dan cahaya terhadap stabilitas angkak hasil fermentasi *Monascus purpureus* 3090 pada beras. *Jurnal Farmasi Indonesia* 5 (2): 85-92.
- Indriati, N., F. Andayani. 2012. Pemanfaatan angkak sebagai pewarna alami pada terasi udang. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi* 7(1): 11-20. [cited on 5 July 2013]. Available at: http://www.bbp4b.litbang.kkp.go.id/jurnal-pascapanen/cat_view/9-jurnal-pascapanen-dan-bioteknologi-vol-7-no1-juni-2012.
- Jayachandran, M. & B. Xu. 2019. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry*. 27: 362–371.
- Kemit, N., IWR. Widarta, & KA. Nocianitri. 2016. Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Maserasi terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. 5(2): 130–141.
- Mawaddah, N., Fakhurrrazi, & Rosmaidar. 2018. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tempe Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteran*. 2(3), 230–241.

