

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Pengaruh Jenis Substrat

Penggunaan substrat yang berbeda dalam fermentasi tempe memberikan hasil tempe yang kandungan zat gizinya berbeda secara signifikan ($p < 0.05$) ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B₁, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, dan asam amino.

Kadar protein, lipid, besi, fosfor, serat, asam lemak, dan asam amino dalam substrat setelah dicampur dengan kacang hijau makin menurun. Makin banyak kacang hijau yang digunakan, maka kadar protein, lipid, besi, fosfor, serat, asam lemak, dan asam amino total dalam substrat makin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil analisis substrat pada 0 jam (Tabel 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6, dan 5.7).

Makin banyak kacang hijau yang digunakan maka kadar protein, lipid, besi, fosfor, serat, asam lemak, dan asam amino total makin menurun, sehingga bila dilakukan pencampuran maka akan berpengaruh terhadap produk tempe yang dihasilkan.

Kadar karbohidrat dan vitamin B₁ dalam substrat

setelah dicampur dengan kacang hijau makin meningkat. Makin banyak kacang hijau yang digunakan maka kadar karbohidrat dan vitamin B₁ makin meningkat. Hal ini sesuai hasil analisis substrat pada 0 jam. Makin banyak kacang hijau yang digunakan maka kadar karbohidrat dan vitamin B₁ makin meningkat, sehingga bila dilakukan pencampuran maka akan berpengaruh terhadap produk tempe yang dihasilkan.

NPU dan pencernaan kedele setelah dicampur dengan kacang hijau makin menurun. Makin banyak kacang hijau yang digunakan, maka NPU dan pencernaan tempe makin menurun, tetapi untuk campuran kedele-kacang hijau = 5:1, NPU tempe yang dihasilkan tidak berbeda secara signifikan dengan NPU tempe kedele.

6.2 Pengaruh Jenis inokulum

Dalam penelitian ini digunakan 3 macam inokulum bubuk yang dibuat dari biakan murni UICC 116 yang mengandung *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan UICC 128, yang mengandung *Rhizopus oryzae* serta campuran kedua inokulum tersebut dengan perbandingan 1:1.

Berdasarkan hasil penelitian ternyata kandungan zat gizi tempe yang dihasilkan dengan inokulum yang berbeda setelah 24 jam fermentasi menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0.05$) ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B, besi,

fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, dan asam amino total.

Hal ini mungkin disebabkan kemampuan metabolisme kedua kapang *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* sama. Karena kadungan zat gizi dalam substrat pada 0 jam tidak berbeda serta faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi tempe yaitu kadar air substrat, oksigen, dan suhu sama maka produk tempe yang dihasilkan kandungan zat gizinya tidak berbeda. Sedangkan penggunaan inokulum campuran juga memberikan hasil yang tidak berbeda dengan hasil yang diperoleh dari masing-masing kapang tersebut.

6.3 Pengaruh Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0.05$) pengaruh fermentasi terhadap kandungan zat gizi tempe, ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B₁, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, dan asam amino, kecuali untuk besi dan fosfor.

6.3.1 Kadar Protein

Kadar protein dalam tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat (Tabel 5.1). Hasil yang sama juga diperoleh Murata *et al.* (1967), Riani (1995), dan Fardiaz dan Markakis (1981). Hal ini disebabkan miselium,

rhizoid, spora dan lain-lain dari penambahan biomassa sel kapang yang tumbuh banyak mengandung protein. Pendapat di atas juga didukung oleh Fardiaz dan Markakis (1981) yang melaporkan bahwa dalam aktivitasnya memfermentasikan bahan, kapang mempunyai kemampuan untuk mensintesis protein baru sehingga kandungan protein hasil fermentasi lebih tinggi dari pada bahan dasarnya. Kapang dapat mensintesis protein dengan mengambil sumber C dari karbohidrat (glukosa, sukrosa dan maltosa), sumber N dari bahan organik atau anorganik, dan mineral dari substratnya (Fardiaz, 1982).

Kadar asam amino esensial, asam amino nonesensial, dan asam amino total dalam tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat dibanding sebelum fermentasi. Sedangkan kadar masing-masing asam amino dalam tempe ada yang menurun dan ada yang meningkat. Beberapa asam amino yaitu glisin, tirosin, serin, dan glutamat menurun, sedangkan asam amino yang lainnya meningkat. Asam amino yang jumlahnya paling banyak ialah glutamat sedangkan asam amino yang jumlahnya paling sedikit ialah metionin. Hasil penelitian ini sesuai pendapat Murata *et al.* (1967) bahwa asam amino yang jumlahnya paling banyak dalam kedele varietas Wilis ialah glutamat sedangkan asam amino yang jumlahnya paling sedikit ialah metionin.

Murata *et al.* (1967) juga melaporkan bahwa beberapa asam amino tidak banyak berubah karena fermentasi,

peningkatan dan penurunannya \pm 5% - 10%. Triptiofan dan alanin meningkat 20% sedangkan fenilalanin turun 20% selama fermentasi. Menurut Steinkraus et al. (1983) asam amino yang menurun selama fermentasi ialah lisin dan metionin. Sedangkan Hermana et al. (1996) melaporkan bahwa kadar beberapa asam amino (glisin, tirosin, serin, dan glutamat) dalam tempe menurun sedangkan asam amino yang lain meningkat.

Penurunan asam amino glutamat kemungkinan disebabkan glutamat diubah menjadi prolin, argimin dan histidin yang jumlahnya meningkat (Lehninger, 1988), sedangkan penurunan glisin, tirosin dan serin kemungkinan digunakan sebagai senyawa antara pembentukan prekursor metabolit sekunder (Martin & Liras, 1981). Secara keseluruhan kadar asam amino total meningkat. Peningkatan ini mungkin selama fermentasi terjadi biosintesis oleh kapang untuk membentuk protein yang akan digunakan untuk membentuk organel-organel sel dan protein-protein yang lain.

6.3.2 Kadar Lipid

Kadar lipid dalam tempe yang dihasilkan setelah fermentasi 24 jam menurun dibanding dengan substratnya. Hasil yang sama diperoleh Murata et Al. (1967), Astuti (1996c), dan Wagenknecht et al. (1961). Menurut Wagenknecht et al. (1961) sepertiga lipid total dihidrolisis oleh kapang, setelah kapang, setelah 69 jam

inkubasi terbentuk asam lemak bebas. Berdasarkan pendapat di atas perubahan kadar lipid disebabkan selama fermentasi trigliserida dalam lipid dihidrolisis oleh enzim lipase yang dihasilkan kapang menjadi asam lemak bebas dan gliserol.

Kadar asam lemak yaitu asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat dalam tempe setelah 24 jam fermentasi menurun (Tabel 5.4). Asam lemak yang dihasilkan dari hidrolisis lipid netral dalam tempe ialah asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat, dimana asam linoleat merupakan asam lemak yang utama (Wagenknecht et al., 1961, Hering et al., 1990).

Sorensen dan Hesseltine (1966) berpendapat bahwa asam lemak yang dibebaskan selama proses fermentasi merupakan sumber energi utama bagi kapang. Astuti (1996c) juga menemukan bahwa kadar asam lemak bebas yang meliputi asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat menurun setelah 24 jam fermentasi. Penurunan kadar asam lemak ini disebabkan asam lemak yang dihasilkan pada hidrolisis lipid selama proses fermentasi dipakai kapang sebagai sumber energi oleh *Rhizopus*.

6.3.3 Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat dalam tempe setelah fermentasi 24 jam menurun (Tabel 5.1). Menurut Sorensen dan Hesseltine

(1966) karbohidrat yang cepat dimetabolisme oleh kapang ialah golongan heksosa. Kapang memerlukan glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa untuk pertumbuhan, yang digunakan sebagai sumber energi. Timotius & Farly (1990) melaporkan bahwa *Rhizopus oligosporus* menghasilkan α -amilase dan glukoamilase yang akan menghidrolisis karbohidrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

Penurunan karbohidrat dalam tempe setelah 24 jam fermentasi mungkin disebabkan selama proses fermentasi karbohidrat dihidrolisis oleh enzim α -amilase dan glukoamilase menjadi glukosa yang digunakan kapang sebagai sumber energi.

6.3.4 Kadar Mineral

Kadar mineral besi dan fosfor dalam tempe setelah 24 jam fermentasi tidak berbeda secara signifikan ($p < 0.05$) dibanding dengan sebelum fermentasi. Hasil yang sama juga diperoleh Van der Riet *et al.* (1987). Menurut Astuti (1994) selama fermentasi kandungan mineral besi dalam tempe relatif tetap tidak berubah, tetapi kelarutannya dalam air meningkat, karena selama fermentasi besi terlepas dari ikatan kompleks Fe-protein pada saat protein dipecah oleh enzim protease menjadi asam amino dan protein sederhana.

6.3.5 Kadar Vitamin B₁

Berdasarkan hasil penelitian kadar vitamin B₁ dalam

tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat. Hal ini sesuai pendapat Murata *et al.* (1967) bahwa kandungan tiamin cenderung meningkat pada awal fermentasi selama \pm 24 jam. Begitu pula penemuan Roelofsen & Talens (1964) bahwa kadar tiamin dalam tempe lebih tinggi dibanding dalam kedele.

Peningkatan kadar vitamin B₁ (tiamin) dalam tempe mungkin disebabkan pada awal fermentasi kapang mensintesis tiamin yang akan digunakan sebagai koenzim dalam metabolisme karbohidrat pada dekarboksilasi oksidatif piruvat dan dehidrogenasi α -ketoglutarat (Lehninger, 1988).

6.3.6 Kadar Serat

Berdasarkan hasil penelitian kadar serat dalam tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat dibanding sebelum fermentasi. Hasil yang sama dilaporkan oleh Murata *et al.* (1967), Gandjar (1977), dan Hermana *et al.* (1996). Shurtleff dan Aoyagi (1979) melaporkan bahwa hampir semua peneliti menemukan bahwa peningkatan kadar serat disebabkan karena adanya pertumbuhan miselium kapang.

Peningkatan kadar serat kasar dalam tempe disebabkan oleh miselium dan sporangia kapang. Pendapat diatas didukung Fardiaz (1992) yang melaporkan bahwa dinding sel miselium dan sporangia pada mucorales terutama terdiri dari zat kitin.

6.3.7 NPU dan Kecernaan

NPU dan kecernaan tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat dibanding sebelum fermentasi. Menurut Steinkraus *et al.* (1983) NPU dan nilai biologi tempe lebih tinggi dari pada kedele. Murata *et al.* (1967) juga berpendapat bahwa tempe lebih mudah dicerna dari pada kedele.

Meningkatnya NPU dan kecernaan tempe dibanding dengan kedele mungkin disebabkan selama fermentasi kapang mensintesis enzim protease, lipase, dan amylase yang dapat memecah protein menjadi asam amino dan protein sederhana, lipid menjadi asam lemak dan karbohidrat menjadi glukosa yang lebih mudah diserap oleh usus.

6.4 Penilaian Organoleptik

Berdasarkan hasil penelitian tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$) pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap mutu organoleptik ditinjau dari warna, aroma, tekstur, dan kekompakan.

Tempe yang dihasilkan dalam penelitian ini semua berwarna putih, baik yang menggunakan inokulum UICC 116 atau UICC 128 maupun campuran UICC 116 dan UICC 128. Warna putih tersebut disebabkan adanya miselium kapang yang tumbuh pada permukaan biji-biji kedele.

Aroma tempe yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak berbeda antara tempe yang satu dengan yang lain.

Aroma langu kedele hilang dan timbul aroma khas tempe. Tempe segar pada saat baru terbentuk (24 jam fermentasi) mempunyai aroma yang lembut seperti aroma jamur. Menurut Hermana et al. (1996) aroma tersebut mungkin berasal dari aroma miselium kapang bercampur dengan aroma asam amino bebas dan asam lemak bebas yang timbul karena penguraian protein oleh protease dan lipid oleh lipase selama fermentasi. Penelitian tentang perubahan aroma pada fermentasi tempe belum banyak dilakukan.

Tempe mempunyai tekstur yang lebih lunak dibanding kedele. Tempe yang dihasilkan dalam penelitian ini semuanya kompak, bila diiris tidak buyar. Kekompakan tempe tersebut disebabkan adanya miselium kapang yang menjalin biji-biji kedele.

Berdasarkan hasil penelitian ternyata terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) pada penilaian organoleptik tempe ditinjau dari penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

Berdasarkan hasil penelitian tempe yang rasanya paling enak dan yang disukai oleh panelis adalah tempe dengan substrat campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 5:1, kemudian diikuti tempe kedele, tempe dengan substrat campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 4:1 dan 3:1. Dengan semakin banyaknya kacang hijau yang digunakan dalam pembuatan tempe maka rasa dan tingkat kesukaan panelis semakin berkurang. Hal ini

mungkin disebabkan rasa tempe campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 4:1 dan 3:1 kurang gurih dibandingkan dengan rasa tempe campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 5:1 maupun tempe kedele.