

**Profil Vitamin, Kalsium, Asam Amino dan Asam Lemak
Tepung Jewawut (*Setaria italica* L.) Fermentasi
[Vitamin Calcium, Amino Acid and Fatty Acid Profile on Fermented Foxtail millet
flour (*Setaria italica* L.)]**

Yati Sudaryati Soeka & Sulistiani

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi- LIPI. Jl. Raya Bogor Km 46,
Cibinong 16911. Telp. 021-8765066, Fax. 021-8765062.
E-mail: ceuceu_lipi@yahoo.com

Memasukkan: September 2016, **Diterima:** Oktober 2016

ABSTRACT

Foxtail millet (*Setaria italica* L.) is tropical cereal grains of *Poaceae*. Foxtail millet starch content is quite high, so it has the potential to be used as food raw material; This study has been conducted by making foxtail millet flour fermented with starter bacteria of cellulolytic and amylolytic *Bacillus amyloliquifaciens* B7 and lactic acid bacteria of *Lactobacillus plantarum* SU-LS537 which can degrade phytic acid. Parameters measured in the fermentation of foxtail millet was amount of vitamin E, B6 and B12, calcium, essential and non essential amino acids, essential and non essential fatty acids. Fermented foxtail millet decreased vitamin content. A ten fold increase content of calcium concentrations, essential amino acids (histidine, threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine), non-essential amino acids (aspartic acid, glutamic acid, serine, glycine, arginine, alanine, proline, tyrosine, and cysteine), the fatty acid (lauric, palmitic) and decrease of fatty acid stearic (non essential fatty acids). *Bacillus amyloliquifaciens* B7 fermentation increased oleic acid but it decreased linoleic acid while *Lactobacillus plantarum* SU-LS537 fermentation increased linoleic acid, but it decreased oleic acid.

Keywords: jewawut (*Setaria italica* L.), flour, fermentation, *Bacillus amyloliquifaciens* B7, *Lactobacillus plantarum* SU-LS537

ABSTRAK

Jewawut (*Setaria italica* L.) merupakan sejenis tumbuhan biji-bijian (serealia) tropika dari suku padi-padian (*Poaceae*). Kandungan pati jewawut cukup tinggi, sehingga memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pangan. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan tepung jewawut fermentasi dengan starter bakteri selulolitik dan amilolitik *Bacillus amyloliquifaciens* B7 dan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* SU-LS537 pendegradasi asam fitat. Parameter yang diukur pada fermentasi jewawut adalah kandungan Vitamin E, B6 dan B12, kalsium, asam amino esensial dan non esensial, asam lemak esensial dan non esensial. Fermentasi jewawut menurunkan kadar vitamin, menaikkan kadar kalsium 10x lipat), meningkatkan kadar asam amino esensial (histidin, treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin, lisis), asam amino non esensial (asam aspartat, asam glutamat, serin, glisin, arginin, alanin, prolin, tirosin, dan sistein), asam lemak (laurat dan palmitat) dan menurunkan asam lemak stearat (asam lemak non esensial). Fermentasi menggunakan *B. amyloliquifaciens* B7 meningkatkan oleat tetapi menurunkan linoleat, sedangkan fermentasi menggunakan bakteri SU-LS537 meningkatkan linoleat tetapi menurunkan oleat.

Kata Kunci: jewawut (*Setaria italica* L.), fermentasi, tepung, *Bacillus amyloliquifaciens* B7, *Lactobacillus plantarum* SU-LS537

PENDAHULUAN

Tanaman jewawut (*Setaria italica* L.) dikenal sebagai *foxtail millet* dan merupakan tanaman yang mulai mendapat perhatian sebagai tanaman pangan alternatif karena kemampuan tumbuhnya yang sangat baik di daerah-daerah kering. Saat ini, jewawut dapat ditemukan di setiap wilayah di dunia karena semakin banyak negara yang berusaha memanfaatkan lahan kering mereka dengan menanam jewawut (Nurmala

2003). Jewawut adalah makanan alternatif pengganti beras di banyak negara Asia dan Afrika.

Jewawut merupakan tanaman serealia yang potensial untuk pangan (Amadou *et al.* 2014). Sampai saat ini jewawut di Indonesia banyak dikenal sebagai pakan burung, sedangkan pemanfaatannya untuk pangan belum banyak diketahui. Kandungan nutrisi jewawut terutama karbohidrat tidak jauh berbeda dengan beras maupun jagung bahkan lebih tinggi dibanding gandum. Jewawut memiliki zat anti nutrisi berupa asam fitat (Léder 2004).

Untuk mengantisipasi adanya zat anti nutrisi asam fitat pada pembuatan tepung jewawut difermentasi terlebih dahulu menggunakan isolat bakteri asam laktat yang dapat mendegradasi asam fitat (Faesal 2013).

Biji jewawut mengandung karbohidrat berkisar 60-80%. Sebagian besar butir *foxtail millet* tidak mengandung gluten (Léder 2004). Jewawut mengandung mineral seperti (kalsium, besi, magnesium, fosfor, seng dan kalium) dan vitamin. Kandungan gizi dari jewawut tiga sampai lima kali lebih baik dari beras dan gandum (Upadhyaya *et al.* 2011; Dhivya *et al.* 2015).

Jewawut (*Setaria italica*) atau di Sulawesi Barat terkenal dengan nama tareang adalah jewawut unggul yang memiliki malai sangat padat dengan kandungan protein dan lemak yang jauh mengungguli sereal lainya (Maryanto dkk. 2013).

Proses fermentasi merupakan proses penguraian/perombakan bahan kompleks menjadi bahan lebih sederhana melalui proses biokimia. Protein, pati dan lipid setelah dirombak oleh enzim-enzim digunakan sebagai bahan penyusun pertumbuhan dan sebagai bahan bakar respirasi (Sutopo 2002). Selama proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan nilai nutrisi yang terkandung dalam biji. Perubahan nilai nutrisi ini dapat digunakan untuk memperbaiki nilai gizi atau untuk produk olahan (Suhendra 2005).

Namun demikian kualitas gizi jewawut perlu ditingkatkan diantaranya asam aminonya dan komponen gizi yang lain, salah satunya dengan teknologi fermentasi (Almasyhuri dkk. 1999). Teknologi fermentasi dikenal dari zaman kuno dan sampai saat ini makanan sereal fermentasi masih dibuat secara tradisional dan banyak digunakan dalam diet orang di Timur Tengah, Asia, Afrika dan beberapa bagian dari Eropa untuk memenuhi kebutuhan gizinya (Steinkraus 2002; Georgala 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengungkap potensi jewawut lokal melalui teknologi fermentasi menggunakan isolat bakteri selulolitik & amilolitik *Bacillus amyloliquifaciens* B7 dan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* SU-LS537 sebagai pendegradasi asam fitat dan meningkatkan nilai gizi sebagai pangan alternatif.

BAHAN DAN CARA KERJA

Biji jewawut yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari P. Buru. Biji Jewawut yang sudah kering dibersihkan dari kotoran, disosoh dan dipisahkan antara kulit dan daging (endosperma). Kemudian endosperma jewawut digiling halus untuk dijadikan tepung. Tepung jewawut yang diperoleh berwarna kuning. Bakteri yang digunakan untuk fermentasi terdiri dari *Bacillus amyloliquefaciens* B7 yang bersifat selulolitik dan amilolitik yang diisolasi dari terasi asal Samarinda dan *Lactobacillus plantarum* SU-LS537 yang diisolasi dari sayur asin. Bakteri *B. amyloliquefaciens* B7 ditumbuhkan dalam medium *Nutrient Agar* sedangkan *L. plantarum* SU-LS537 ditumbuhkan di medium *MRSA (deMann Rogosa Sharpe Agar)* yang mengandung asam fitat 1% dan diinkubasi secara anaerobik pada temperatur ruang (28-30° C) selama 4 hari.

Media seleksi bakteri penghasil selulase, amilase dan fitase digunakan media spesifik yang mengandung CMC 1% dengan komposisi media: KH_2PO_4 2,0%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1,4%; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,3%; CaCl_2 0,3 %, pepton 2,0%, agar 5% yang dilarutkan dengan akuades dan disterilisasi. Media yang digunakan untuk seleksi α -amilase adalah YPSs (*Yeast Pepton Starch soluble*) yang mengandung pati terlarut 1% dengan komposisi: ekstrak khamir 0,2 %, pepton 0,5 %, KH_2PO_4 0,3 %, $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,05 %, $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 0,01 % dan 5 % agar yang dilarutkan dengan akuades dan disterilisasi. Media yang digunakan untuk seleksi fitase adalah media *MRS Agar* yang dimodifikasi mengandung glukosa 0,5%, tanpa K_2HPO_4 dan mengandung asam fitat 1%.

Penapisan bakteri penghasil selulase digunakan dengan cara menempelkan bakteri sebanyak ujung ose di atas media yang mengandung CMC 1% kemudian diinkubasi selama 3 hari. Untuk mengetahui aktivitas selulase, media dituangi dengan *Congo red* 0,1% dibiarkan selama 15-30 menit setelah itu dicuci dengan NaCl 0,15 N. Apabila pada media di sekitar koloni menghasilkan zona bening hal itu berarti bakteri dapat menghasilkan selulase.

Penapisan bakteri penghasil amilase yaitu dengan menggunakan isolat bakteri yang ditumbuhkan dengan cara menempelkan bakteri sebanyak ujung ose di atas media YPSs yang mengandung pati 1% kemudian diinkubasi selama 3 hari di dalam

inkubator dengan suhu 37°C. Untuk mengetahui aktivitas amilase, medium dituangi dengan lugol iodine (0,1% I and 1% KI) (Mishra & Behera 2008). Adanya zona bening di sekitar koloni menunjukkan bakteri dapat menghasilkan amilase.

Penapisan bakteri penghasil fitase yaitu dengan menggunakan isolat bakteri asam laktat penghasil fitase yang diperoleh dari seleksi menggunakan medium MRSA modifikasi yang mengandung asam fitat 1%. Bakteri asam laktat ditusukkan pada media MRSA tersebut kemudian diinkubasi selama empat hari dan dituangi dengan CoCl_2 2%. Bila masih belum terlihat zona beningnya ditambahkan 0,5% ammonium monovanadat. Media MRSA modifikasi akan berwarna putih keruh dan koloni yang menghasilkan zona bening merupakan bakteri yang menghasilkan fitase.

Produksi starter *B. amyloliquefaciens* B7 dilakukan dalam medium berkomposisi 2% jewawut, 1% ekstrak yeast, 2% pepton yang dilarutkan dalam 250 mL akuades di dalam labu erlenmeyer 500 mL, dihomogenkan dan disterilkan. Medium selanjutnya diinokulasi dengan bakteri *B. amyloliquefaciens* B7, diinkubasi selama 3 hari pada suhu 37°C, digoyang dengan kecepatan 120 rpm. Produksi starter *L. plantarum* SU-LS537 dilakukan dalam media menggunakan MRS yang dimodifikasi, ditambah 2% jewawut sebanyak 250 ml dalam erlenmeyer 500 mL, kemudian medium dihomogenkan dan disterilkan. Medium diinokulasi dengan *L. plantarum* SU-LS537, diinkubasi selama 3 hari pada suhu 37°C. Pertumbuhan starter diukur setiap hari melalui pengukuran kekeruhan *Optical Density* (OD) dengan spektrofotometer pada λ 600 nm dan *total plate count* (TPC).

Pembuatan tepung jewawut untuk difermentasi dilakukan dengan menggunakan 200 g jewawut dalam bejana yang telah diisi akuades 300 mL, dibuat 3 perlakuan yang diuraikan sebagai berikut: Perlakuan pertama jewawut diinokulasi dengan 1% *B. amyloliquefaciens* B7 penghasil selulase, perlakuan kedua dengan diinokulasi 2% *L. plantarum* SU-LS537 dan perlakuan ketiga dengan diinokulasi campuran 1% *B. amyloliquefaciens* B7 dan 2% *L. plantarum* SU-LS537. Fermentasi dilakukan selama 24 jam di suhu ruang. Jewawut fermentasi selanjutnya ditiriskan, dioven dengan suhu 50°C sampai kering. Tepung jewawut kering hasil fermentasi dianalisa derajat putih, gluten, asam fitat, vitamin E, vitamin B6, vitamin B12,

kalsium, asam amino non-esensial dan esensial dan asam lemak esensial dan non esensial. Sebagai pembandingan dianalisa tepung jewawut tanpa fermentasi.

Derajat putih tepung jewawut diukur dengan menggunakan alat *Kett Electric Laboratory C-100-3 Whitenessmeter*. Sebelum digunakan alat dikalibrasi dengan standar derajat putih yaitu BaSO_4 yang memiliki derajat putih 100% (110,8). Setelah dikalibrasi, derajat putih sampel dapat diukur dengan memasukkan sejumlah sampel dalam wadah sampel yang tersedia sampai benar-benar padat, kemudian wadah ditutup. Wadah yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam tempat pengukuran lalu nilai derajat putih akan keluar pada layar (A). Prosentase Derajat putih (DP) diukur dengan cara membandingkan antara nilai terbaca dari alat dan Standar BaSO_4 (110,8).

Metode kualitatif untuk menganalisis senyawa vitamin E pada tepung jewawut menggunakan perbandingan antara waktu retensi (RT) antara standar vitamin E dengan sampel. Metode kuantifikasi untuk analisis kuantitatif dalam penelitian ini menggunakan metode baku eksternal (Irawan & Widada 2016).

Metode kualitatif untuk menganalisis senyawa vitamin B6 dan B12 pada tepung jewawut menggunakan perbandingan antara waktu retensi (RT) antara standar vitamin B6 dan B12 dengan sampel dengan fase terbalik (Perveen *et al.* 2009)

Identifikasi asam amino dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) dilakukan dengan preparasi 60 mg sampel ditambah 4 ml HCl 6 M kemudian dipanaskan selama 24 jam dengan suhu 110°C. Selanjutnya hasil hidrolisis dinetralkan dengan NaOH 6M hingga 10 ml dan disaring dengan kertas saring Whatman 0,2C. Sebanyak 25 μL sampel dimasukkan ke dalam tabung uji ditambah larutan OPA (Ortophthalaldehid) sebanyak 300 μL dan diaduk selama 5 menit. Selanjutnya 20 μL sampel dimasukkan ke dalam injektor KCKT. Sampel dianalisis dengan menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (Shimadzu LC 10) pada fase diam kolom Licrospher® 100 RP18 (125 x 4 mm, 5 μm). Sebagai fase gerak adalah eluent A: metanol: 50 mM natrium asetat: tetrahidrofur (THF) dan eluent B: 65% metanol. Analisa ini dilakukan pada suhu 27°C dengan kecepatan alir 1 mL/menit serta dideteksi dengan detektor fluoresen pada λ 360

dan 460 nm. Standar asam amino yang digunakan sebagai pembanding adalah asam aspartat, glutamat, serin, histidin, glisin, arginin, alanin, tirosin, metionin, valin, isoleusin, leusin, lisin, dan fenilalanin.

Identifikasi asam lemak dengan *Gas Chromatography* (GC) dilakukan dengan menggunakan sampel tepung dan batu-didih yang dimasukkan ke dalam tabung dan ditambahkan larutan NaOH 0,5N dan direfluks selama 5-10 menit. Larutan BF₃ ditambahkan melalui kondensor, dididihkan selama dua menit kemudian ditambahkan 2-5 mL heptan dan pendidihan dilanjutkan selama satu menit. Selanjutnya 15 mL NaCl jenuh ditambahkan dan dikocok selama satu menit saat larutan masih hangat. Larutan NaCl jenuh ditambahkan kembali sampai larutan heptan mencapai leher labu. Satu (1) mL lapisan heptan diambil, dimasukkan ke dalam tabung reaksi bertutup sambil ditambahkan Na₂SO₄ *anhydrous* untuk menyerap air. Larutan dapat diencerkan menjadi 5-10% sebelum diinjeksikan ke dalam GC. Sebanyak 0,5 mL sampel hasil sintesis metil ester asam lemak dianalisis dengan cara menyuntikkan cairan dari campuran reaksi pada gas kromatografi. Suhu kolom dikondisikan pada 150°C selama 0,5 menit, meningkat sampai 250°C per menit dan dipertahankan pada suhu ini selama 6 menit. Suhu dari injektor dan detektor ditetapkan masing-masing pada 245°C dan 350°C (Apriyantono dkk 1989). Persentase molar konversi produk diidentifikasi dengan membandingkan daerah puncak standar metil ester pada retensi waktu tertentu dengan metil ester standar yang dipakai.

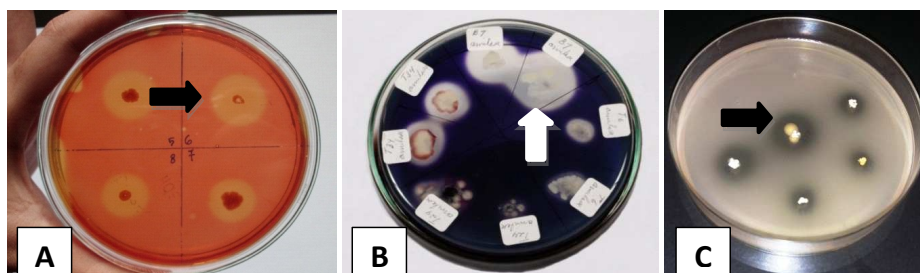
HASIL

Inokulum yang digunakan untuk fermentasi tepung jecowut merupakan *B. amyloliquifaciens* B7 penghasil selulase dan amilase. Bakteri tersebut mampu mendegradasi CMC/selulosa dan meng-

hasilkan zona bening disekitar koloni bakteri. *B. amyloliquifaciens* B7 yang dapat mendegradasi selulosa dengan diameter zona bening terbesar akan diambil untuk fermentasi tepung jecowut (Gambar 1A). Selain menghasilkan selulase, *B. amyloliquifaciens* B7 juga menghasilkan amilase, ditunjukkan zona bening disekitar koloni setelah ditetesi dengan lugol iodine pada media pati terlarut 1% (Gambar 1B). Hasil penapisan bakteri pendegradasi asam fitat menunjukkan bakteri *L. plantarum* SU-LS537 mampu mendegradasi asam fitat yang ditunjukkan dengan zona bening di sekitar koloni bakteri pada media yang mengandung garam fitat (Gambar 1C).

Hasil analisis pertumbuhan *B. amyloliquifaciens* dalam medium yang disuplementasi jecowut pada hari ketiga menunjukkan pertumbuhan tertinggi berdasarkan nilai kekeruhan (OD) pada λ 600 nm sebesar 3,4, sedangkan hasil TPC $3,5 \times 10^7$ CFU/ml sedangkan pertumbuhan bakteri *L. plantarum* SU-LS537 diukur dengan spektrofotometer pada λ 600 nm dan hasil TPC tertinggi $8,1 \times 10^8$ CFU/ml pada hari ketiga. Inokulum *B. amyloliquifaciens* B7 berumur dua hari dan *L. plantarum* SU-LS537 berumur tiga hari digunakan untuk fermentasi jecowut. pH media pertumbuhan *B. amyloliquifaciens* dalam medium yang disuplementasi jecowut selama tiga hari inkubasi berkisar 4,11-5,23, pada hari kedua penurunan tetapi pada hari ketiga terjadi kenaikan pH. Sedangkan inkubasi dengan bakteri *L. plantarum* SU-LS537 selama tiga hari berkisar 3,95- 4,21, pada hari kedua dan ketiga terjadi kenaikan pH (Tabel 1).

Analisa hasil analisa derajat putih, gluten, asam fitat, vitamin E, B6 dan B12 dan garam mineral kalsium tepung jecowut tanpa fermentasi dan difermentasi menunjukkan bahwa derajat putih tepung hasil fermentasi berkisar 25,90- 26,85%. Tepung jecowut tanpa fermentasi tidak mengandung



Gambar 1. Zona bening bakteri *B. amyloliquifaciens* B7 dalam media CMC 1% (A) dan media pati terlarut 1% (B) serta bakteri *L. plantarum* SU-LS537 dalam media mengandung asam fitat (C).

gluten dan asam fitat sehingga tepung jewawut fermentasi tidak dianalisa lebih lanjut kadar gluten dan asam fitatnya. Vitamin E hasil fermentasi dengan *B. amyloliquifaciens*, *L. plantarum* SU-LS537 dan campuran dari *B. amyloliquifaciens*, *L. plantarum* SU-LS537 masing- masing 63,34; 65,35; 63,92 lebih kecil dari vitamin E tanpa fermentasi sebesar 156,68 mg/100g. Begitu juga kadar vitamin B6 dan B12 hasil fermentasi dengan *B. amyloliquifaciens*, *L. plantarum* SU-LS537 dan campuran dari *B. amyloliquifaciens*, *L. plantarum* SU-LS537 masing- masing 8,48; 9,63; 4,93 hasil fermentasi lebih kecil dari tanpa yang difermentasi sebesar 11,41 mcg/100g. Kadar kalsium jewawut tanpa fermentasi sebesar 3,01 mg/100g dan setelah difermentasi masing- masing menjadi 44,28 mg/100g pada fermentasi *B. amyloliquifaciens* B7, 40,97 mg/100g pada fermentasi *L. plantarum* SU-LS537 dan 41,63 mg/100g pada fermentasi *B. amyloliquifaciens* B7 + *L. plantarum* SU-LS537 lebih dari sepuluh kali lipat dibandingkan yang tanpa fermentasi

sebesar 3,01 mg/100g. Fermentasi dengan menggunakan *B. amyloliquifaciens* B7 dan *L. plantarum* SU-LS537 mampu meningkatkan kadar kalsium bebas yang mudah diserap pada jewawut sehingga meningkatkan status gizi jewawut (Tabel 2).

Hasil analisa asam amino non esensial tepung jewawut menunjukkan ada 9 jenis yaitu aspartat, glutamat, serin, glisin, arginin, alanin, prolin, tirosin dan sistein. Hasil yang difermentasi *B. amyloliquifaciens* B7 dan yang difermentasi *L. plantarum* SU-LS537 kadar asam aminonya lebih besar dari pada tanpa yang difermentasi dan yang difermentasi campuran *B. amyloliquifaciens* B7 + *L. plantarum* SU-LS537 menurunkan kadar asam glutamat sebesar 0,5% (Gambar 2).

Hasil analisa asam lemak esensial pada tepung jewawut menunjukkan ada 2 jenis yaitu oleat, linoleat. Hasil analisa yang difermentasi *B. amyloliquifaciens* B7 meningkatkan kadar oleat dan menurunkan kadar linoleat sebesar 80%, sedangkan yang difermentasi *L. plantarum* SU

Tabel 1. Pertumbuhan bakteri starter berdasarkan *Optical Density* (OD) λ 600 nm dan *Total plate count* jumlah sel bakteri CFU/mL dalam media pertumbuhan jewawut.

Parameter	Starter <i>B. amyloliquifaciens</i> B7 (Hari)			<i>Lactobacillus plantarum</i> SU-LS537 (Hari)		
	1	2	3	1	2	3
OD λ 600nm	2,5	2,9	3,4	2,19	1,38	2,5
Jumlah sel	$2,7 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	3×10^7	$1,9 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$	$8,1 \times 10^8$
pH	5,23	4,11	4,72	3,95	4,12	4,21

Tabel 2 . Hasil analisa derajat putih, gluten, asam fitat, vitamin E, vitamin B6, vitamin B12 dan garam mineral kalsium tepung jewawut tanpa fermentasi dan difermentasi.

Jenis Analisis	Metode	Jewawut tanpa fermentasi	Fermentasi Bakteri B7	Fermentasi SU-LS 537	Fermentasi Bakteri B7 + SU-LS 537
Derajat Putih (%)	<i>Whiteness Meter</i>	-	26,85	25,90	26,80
Gluten %	Gravimetri	ttd	-	-	-
Asam Fitat	KCKT	ttd	-	-	-
Vitamin E (mg/100g)	KCKT	156,68	63,34	65,35	63,92
Vitamin B6 (mcg/100g)	KCKT	11,41	8,48	9,63	4,93
Vitamin B12 (mcg/100g)	KCKT	2,01	1,72	1,62	1,68
Kalsium (mg/100g)	AAS	3,01	44,28	40,97	41,63

Keterangan: ttd: tidak terdeteksi, KCKT: Kromatografi Cair Kinerja Tinggi, *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), -: tidak dianalisa.

-LS537 meningkatkan kadar linoleat, tetapi menurunkan kadar oleat sebesar 23% (Gambar 4).

Hasil analisa asam lemak non esensial pada tepung jiwawut menunjukkan ada 3 jenis yaitu miristat, palmitat dan stearat. Hasil analisa yang difermentasi dengan *B. amyloliquefaciens* B7 dan *L. plantarum* SU-LS537 meningkatkan kadar miristat dan palmitat. tetapi menurunkan kadar stearat masing-masing sebesar 55% dan 40% (Gambar 5).

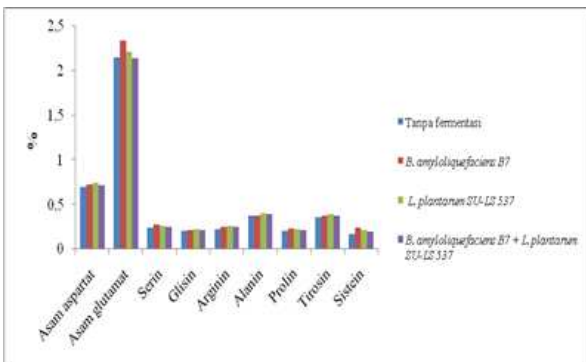
PEMBAHASAN

Menurut Teather & Wood (1982), penapisan pada mikroba selulolitik secara cepat dapat dilakukan dengan pengukuran zona bening yang terbentuk (kualitatif). Penentuan secara semi kuantitatif mengukur dengan membandingkan antara diameter koloni dan diameter zona bening yang terbentuk (indeks). Penapisan secara kuantitatif merupakan suatu konfirmasi dan hasilnya belum tentu tepat sama dengan penapisan zona bening

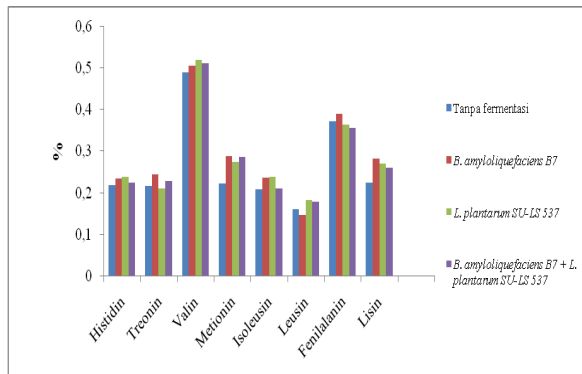
secara kualitatif.

pH dari kongo merah (*congo red*) berpengaruh terhadap warna media. Pembentukan zona bening di sekitar koloni karena adanya interaksi dengan (1, 4) - β - glukukan D dan (1, 3) β D-glukan dengan adanya reaksi hidrolisis selulosa oleh strain isolat memproduksi enzim selulase (Vasan 2012).

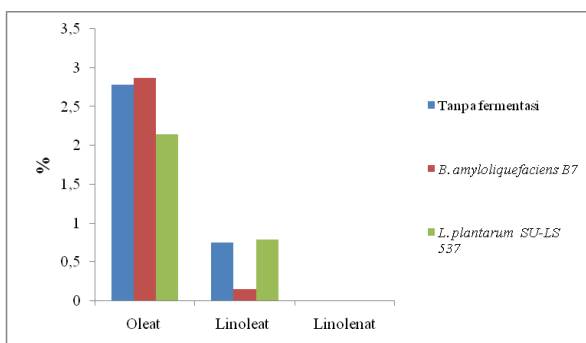
Penapisan pada mikroba amyolitik secara cepat dapat dilakukan dengan pengukuran zona bening yang terbentuk. Untuk menentukan adanya enzim amilase yang dihasilkan oleh isolat yang diuji digunakan pereaksi lugol iodin. Hasil uji terlihat hanya pati yang menunjukkan reaksi positif bila adanya zona bening di sekitar koloni. Zona bening pada media uji mengindikasikan adanya amilase yang diproduksi oleh isolat uji, sehingga amilum yang terkandung dalam media di sekitar koloni dari isolat tersebut sudah terhidrolisis menjadi polimer yang lebih kecil, sedangkan ketiadaan zona bening dengan kondisi media tetap berwarna biru kehitaman, menandakan



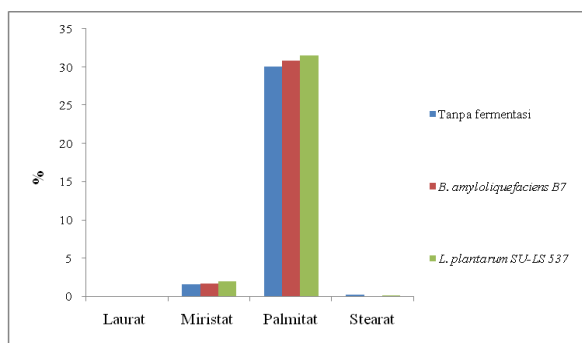
Gambar 2. Kandungan asam amino non esensial dari tepung jiwawut fermentasi dan tanpa fermentasi.



Gambar 3. Kandungan asam amino esensial dari tepung jiwawut fermentasi dan tanpa fermentasi.



Gambar 4. Kandungan asam lemak esensial dari tepung jiwawut fermentasi dan tanpa fermentasi.



Gambar 5. Kandungan asam lemak non esensial dari jiwawut fermentasi dan tanpa fermentasi.

bahwa pati yang terkandung dalam media tersebut belum terhidrolisis sehingga larutan pati di sekitar koloni terkonversi menjadi amylosa dan tidak bereaksi dengan larutan lugol iodine (Cappucino & Sherman 1983; Lestari dkk. 2011; Soeka dkk. 2015).

Penelitian dari Tirajoh *et al.* (2014), di dalam jawawut Papua terkandung zat antinutrisi tanin dan fitat. Dilaporkan bahwa kandungan tanin sebesar 0,01% dan fitat sebesar 3,07% dan yang dilaporkan Badau *et al.* (2005) bahwa kandungan asam fitat yang terkandung dalam jawawut mempunyai nilai hampir sama berkisar antara 2,91-3,30%, sedangkan Herodian (2011) melaporkan bahwa kandungan tanin yang terdapat pada biji jawawut hotong (*Setaria italica* (L) Beauv) sebesar 0,22% dan pada tepung sebesar 0,06%. Untuk mencegah adanya zat antinutrisi dari tepung hasil fermentasi maka dilakukan seleksi mikroba yang dapat mendegradasi asam fitat menghasilkan fitase, yang mengkatalisis hidrolisis asam fitat menjadi myo-inositol dan fosfat anorganik (Parhamfar *et al.* 2015).

Beberapa jamur, bakteri dan khamir telah dilaporkan sebagai sumber fitase. Mikroorganisme diantaranya dari bakteri *Lactobacillus* (De Angelis *et al.* 2003). Penggunaan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum* pada fermentasi sudah banyak digunakan oleh para peneliti karena bakteri ini dinilai mudah didapat dan mudah beradaptasi (Kusumaningrum & Sumardiono 2016).

Fitase sangat penting untuk bayi, anak-anak, orang dewasa dan orang-orang dalam situasi klinis. Diet fitase ketat mengurangi penyerapan kalsium dan zat besi (Raghavendra & Halami 2009). Bakteri fitase memiliki potensi yang luas dalam aplikasi komersial untuk dapat memenuhi permintaan industri seperti untuk pakan, sebagai probiotik, obat-obatan, industri makanan, pembuatan kertas, pengembangan tanaman dan digunakan sebagai pupuk hayati (Gontia-Mishra & Tiwari 2013), sehingga walau jawawut dari Pulau Buru ini tidak mengandung asam fitat, tetapi fermentasi tetap dilakukan dengan bakteri *L. plantarum* SU-LS537.

Jumlah sel untuk starter 10^6 cfu/g bahan tersebut sudah mencukupi untuk inokulasi fermentasi (Lee *et al.* 2007).

Asam organik yang dihasilkan oleh bakteri akan terekskresi keluar sel dan akan terakumulasi

dalam media fermentasi sehingga akan meningkatkan keasaman. Peningkatan akumulasi asam dalam media fermentasi ini dapat diketahui dengan penurunan pH (Charalampopoulos 2002).

Produksi asam menurun seiring dengan menurunnya aktivitas bakteri asam laktat yang ditandai dengan semakin berkurangnya jumlah sel bakteri asam laktat yang masih hidup. Hal ini menyebabkan pH media fermentasi mengalami kenaikan (Rukmi dkk. 2015).

Akhir-akhir ini telah banyak makanan yang diproduksi menggunakan teknologi fermentasi baik di rumah tangga, produksi industri kecil, menengah dan besar sampai tingkat komersial (Pawiroharsono 2007).

Fermentasi memiliki berbagai manfaat, antara lain untuk mengawetkan produk pangan, memberi cita rasa atau flavor terhadap produk pangan tertentu, memberikan tekstur maupun sifat yang timbul jauh lebih baik pada produk pangan tertentu (Wizna *et al.* 2012; Onwurafor *et al.* 2014). Dengan adanya proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroba tertentu diharapkan akan meningkatkan nilai gizi yang ada pada produk fermentasi. Perbaikan mutu produk pangan fermentasi ini diharapkan nilai terima pangan oleh konsumen meningkat (Bangun 2009).

Akhir akhir ini industri makanan mengarahkan pengembangan produk baru terhadap bidang makanan fungsional dan bahan makanan fungsional karena permintaan konsumen terhadap makanan sehat (Charalampopoulos *et al.* 2002). Menurut Velitchka *et al.* (2001) fermentasi dapat menyebabkan perubahan indeks kualitas makanan, meningkatkan keamanan produk, meningkatkan daya cerna pada protein, karbohidrat, asam amino esensial, asam lemak esensial, dan vitamin, penghapusan zat anti nutrisi.

Menurut Nastiti dkk. (2014) derajat putih sangat dipengaruhi suhu maupun reaksi oksidasi. Pengeringan pada suhu rendah memerlukan waktu yang semakin lama, sehingga reaksi oksidasi berlangsung lebih lama, sehingga hal ini dapat menyebabkan rendahnya derajat putih. Dikarenakan pada pembuatan tepung jawawut dikeringkan dengan suhu rendah, memerlukan waktu yang lama sehingga kadar derajat putih masih rendah.

Menurut Moreno *et al.* (2014) semua gandum-gandum seperti *barley*, *rye*, *spelt*, dan persilangan antara gandum dan rye yang

disebut *triticale* adalah bahan yang mengandung gluten. Gluten adalah protein khas yang berbahaya bagi beberapa orang yang sensitif akan protein gluten. Pengidap *Celiac disease* (CD) apabila mengonsumsi bahan makanan yang mengandung gluten akan menyebabkan peradangan di usus kecil, diare akut, muntah-muntah sampai keguguran. Sehingga untuk penderita CD adalah kepatuhan seumur hidup yang ketat untuk diet bebas gluten (GFD). Tepung jewawut yang berasal dari Pulau Buru baik untuk dapat dipakai sebagai tepung fungsional karena tidak mengandung gluten menawarkan alternatif untuk produksi makanan fungsional (Charalampopoulos *et al.* 2002).

Asam fitat termasuk ke dalam senyawa anti gizi karena dapat mengkelat (mengikat) elemen mineral terutama seng, kalsium, magnesium dan besi sehingga akan mengurangi ketersediaan mineral-mineral tersebut secara biologis, juga dapat bereaksi dengan protein membentuk senyawa kompleks sehingga kecepatan hidrolisis protein oleh enzim-enzim proteolitik menjadi terhambat karena adanya perubahan konfigurasi protein. Asam fitat karena mampu mengkelat mineral dalam makanan dapat menyebabkan defisiensi (kekurangan) mineral, misalnya kekurangan mineral magnesium, kekurangan kalsium pada hewan dan manusia, serta gangguan penyerapan besi pada anak laki-laki. Asam fitat dalam kedelai dapat dihilangkan dengan fermentasi (misalnya pada pembuatan kecap, tempe, tauco), perkecambahan dan perendaman dalam air hangat (Koswara 2009). Menurut Léder (2004) empat puluh sampai lima puluh persen fitat dan fosfor total dapat dihilangkan dengan cara pengupasan kulit abrasif.

Hasil analisa asam fitat pada jewawut asal Pulau Buru ini menunjukkan bahwa asam fitat tidak terdeteksi, dimungkinkan kadar asam fitat dalam jewawut sangat rendah atau tidak ada. Hal tersebut sangat menguntungkan untuk menjadi pangan fungsional karena tidak mengandung zat anti nutrisi sehingga sumber mineral yang terkandung didalam millet dapat diserap oleh konsumennya (Thapliyal & Singh 2015).

Fermentasi dapat meningkatkan nilai nutrisi makanan. Peningkatan nilai nutrisi disebabkan oleh terbentuknya senyawa nutrisi baru hasil metabolisme mikroorganisme atau senyawa lainnya yang berasal dari mikroorganisme itu sendiri. Misalnya peningkatan protein pada tape

dan terbentuknya vitamin B-12 pada tempe (Steinkraus 2002). Hal tersebut tidak berlaku dengan hasil penelitian ini di mana kadar vitamin E, vitamin B6 dan B12 terjadi penurunan, dapat disebabkan oleh adanya proses pencucian dan pemanasan dengan oven ketika proses pengeringan tepung. Pada jewawut fermentasi kadar vitamin E, B6, dan B12 mengalami penurunan. Penurunan vitamin tersebut bisa disebabkan oleh proses pencucian selama pembuatan jewawut fermentasi (Léder 2004). Fermentasi jewawut meningkatkan kadar kalsium sepuluh kali lipat. Fermentasi akan meningkatkan kandungan mineral hal ini disebabkan hasil kerja enzim fitase yang diproduksi bakteri, yang mampu menghidrolisa asam fitat menjadi inositol dan fosfat yang bebas (Koswara 2009).

Fermentasi dapat menurunkan senyawa antinutrisi akibat proses hidrolisis berdasarkan hal tersebut maka produk makanan fermentasi mempunyai nilai tambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakunya (Pawiroharsono 2007).

Sereal jewawut dikenal sebagai pangan fungsional mempunyai karakteristik kesehatan yang dikaitkan dengan polifenol dan isi serat makanan (larut dan tidak larut). Bergizi karena mengandung kalsium tinggi (0,38%), serat makanan (18%) jadi sebagai sumber antioksidan dan senyawa fenolik (0,03%-3%). Sehingga mempunyai fungsi sebagai anti diabetes dan obesitas, anti tumorigenic, efek atherosclerogenic, antioksidan, anti mikroba juga mempunyai potensi sebagai prebiotik dan probiotik (Mathanghi & Sudha 2012; Thapliyal & Singh 2015).

Seralia jewawut (*Setaria italica*) merupakan sumber makanan utama sebagai karbohidrat, protein, serat dan mineral merupakan 40% dari produksi dunia (Yang *et al.* 2012).

Fermentasi jewawut menggunakan mikroba yang berbeda telah ditunjukkan oleh Mbithi *et al.* (2000), fermentasi dengan asam laktat telah merubah jumlah asam amino dalam sereal dan kacang-kacangan seperti leusin pada ransum. Antony & Chandra (1998) melaporkan bahwa fermentasi tepung dari jewawut menggunakan endogen mikroflora gandum menunjukkan penurunan yang signifikan dari fitat sebesar 20% setelah diinkubasi selama 24 jam. Ada peningkatan simultan dalam ketersediaan mineral kalsium (Thapliyal & Singh 2015). Pada penelitian ini

terbukti dengan tidak ada adanya asam fitat dan dilakukan proses fermentasi dengan bakteri *B. amyloliquifaciens* B7 dan *L. plantarum* SU-LS537 kadar kalsium lebih dari sepuluh kali lebih besar dari tanpa difermentasi. Diketahui Jewawut dan serealia lainnya mengandung zat anti nutrisi asam oksalat yang mengikat kalsium membentuk kompleks kalsium sehingga mengurangi ketersediaan biologis mineral ini (Léder 2004). Sesuai hasil penelitian Steinkraus (2002) peran fermentasi dalam pengolahan makanan adalah pengayaan substrat makanan biologis seperti vitamin, protein, asam amino esensial dan asam lemak esensial terbukti.

Hasil fermentasi jewawut dengan bakteri *B. amyloliquifaciens* B7, *L. plantarum* SU-LS537 dan fermentasi campuran antara *B. amyloliquifaciens* B7 + *L. plantarum* SU-LS537 secara umum meningkatkan kadar asam amino non esensial asam aspartat, asam glutamat, serin, glisin, arginin, alanin, prolin, tirosin, dan sistein dan asam amino esensial histidin, treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin, lisin dibandingkan yang tanpa fermentasi. Peningkatan kadar asam amino seperti disebutkan oleh Lee *et al.* (2014) selama proses fermentasi bakteri mengeluarkan enzim ekstraseluler proteolitik memecah protein menjadi asam amino. Beberapa asam amino mengalami penurunan pada jewawut fermentasi seperti asam glutamat pada fermentasi *B. amyloliquifaciens* B7 + *L. plantarum* SU-LS537, treonin dan fenilalanin pada fermentasi SU-LS537 dan leusin pada fermentasi *B. amyloliquifaciens* B7. Penurunan kadar asam amino tersebut dimungkinkan karena asam amino tersebut digunakan untuk pertumbuhan bakteri selama proses fermentasi (Lee *et al.* 2014).

Ditinjau dari kandungan protein dan potensi pengembangannya, pemanfaatan protein dan karbohidrat serealia mempunyai harapan yang baik. Teknologi fermentasi dapat berdampak kepada keseimbangan asam amino dan sangat baik untuk alternatif sumber protein (Rofiq & Subagio 2009).

Asam lemak bebas yang terbentuk pasca fermentasi merupakan hasil hidrolisis oleh enzim mikroba, misalnya bakteri asam laktat yang mempunyai enzim lipase intraseluler (Alm 1982).

Hasil penelitian dari Tirajoh *et al.* (2012) dan Tirajoh (2015) jewawut asal Papua kuning

dan merah relatif hampir sama kandungan asam amino non esensial dan esensialnya dengan jewawut asal Pulau Buru, begitu juga hasil penelitian dari Thapliyal & Singh (2015) bahwa asam amino non esensial menunjukkan 9 jenis yaitu alanin, arginin, asam aspartat, sistein, asam glutamat, glisin, serin, tirosin dan prolin. Asam amino esensial pada jewawut Papua terdapat 8 asam esensial yaitu isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, valin dan histidin.

Menurut Koswara (2009) selama proses fermentasi banyak bahan awal menjadi bersifat lebih larut dan lebih mudah dicerna. Setengah dari kandungan protein awal dipecah menjadi produk yang lebih kecil dan larut dalam air, misalnya asam amino dan peptida. Demikian pula dengan lemak fermentasi dapat meningkatkan jumlah asam lemak bebas.

KESIMPULAN

Fermentasi tepung jewawut (*Setaria italica* L.) menggunakan bakteri selulolitik & amilolitik *B. amyloliquifaciens* B7, *L. plantarum* SU-LS537 dan campuran *B. amyloliquifaciens* dan *L. plantarum* SU-LS537 berpengaruh pada nilai gizi jewawut, fermentasi tepung jewawut menurunkan kadar vitamin, menaikkan kadar kalsium 10x lipat, dan secara umum meningkatkan kadar asam amino esensial (histidin, treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin, lisin), meningkatkan asam amino non esensial (asam aspartat, asam glutamat, serin, glisin, arginin, alanin, prolin, tirosin, dan sistein) namun fermentasi tepung jewawut dengan *B. amyloliquifaciens* B7 menurunkan leusin, fermentasi tepung jewawut dengan *L. plantarum* SU-LS537 menurunkan treonin, fenilalanin sedangkan fermentasi campuran inokulum *B. Amyloliquifaciens* B7+*L. plantarum* SU-LS537 menurunkan asam glutamat dan fenilalanin. Fermentasi tepung jewawut dengan *B. amyloliquifaciens* B7 meningkatkan asam lemak esensial oleat tetapi menurunkan linoleat sedangkan fermentasi tepung jewawut dengan *L. plantarum* SU-LS537 meningkatkan linoleat tetapi menurunkan oleat. Fermentasi tepung jewawut dengan *B. amyloliquifaciens* B7 meningkatkan asam lemak non esensial miristat, palmitat dan stearat sedangkan fermentasi tepung jewawut dengan *L. plantarum* SU-LS537 meningkatkan miristat dan palmitat tetapi

menurunkan stearat

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA tematik Pusat Penelitian Biologi LIPI 2015. Terimakasih disampaikan kepada sdri. Khairrunisa S.Si. atas asistensinya di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alm, L. 1982. Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individuals. *Journal of Dairy Science*. 65(3):346-352.
- Almasyhuri, E. Ridwan, H. Yuniati & Hennana. 1999. Pengaruh Fermentasi Terhadap Kandungan Protein dan Komposisi Asam Amino dalam Singkong. *PGM* (22): 55-61.
- Amadou, I, ME. Gounga, Yong-Hui Shi, & Guo-Wei Le. 2014. Fermentation and heat-moisture treatment induced changes on the physicochemical properties of foxtail millet (*Setaria italica*) flour. *Journal Food and Bioproducts Processing* 92(1) : 38-45.
- Antony, U. & TS. Chandra. 1998. Antinutrient reduction and enhancement in protein, starch and mineral availability in fermented flour of finger millet (*Eleusine coracana*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 46 (7): 2578-2582.
- Apriyantono, A, D. Fardiaz, NL. Puspitasari, Sedamawati & S. Budiyo. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Badau, MH., I. Nkama & IA. Jideani. 2005. Phytic acid content and hydrochloric acid extractability of minerals in pearl millet as affected by germination time and cultivar. *Food Chemistry* 92(3): 425-435.
- Bangun, RS. 2009. Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat terhadap Kadar Protein Susu Kedelai. Tugas Akhir. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Charalampopoulos, D., R. Wang, SS. Pandiella & C. Webb. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology* 79: 31- 141.
- De Angelis, M., G. Gallo, MR. Corbo, PLH. Mc Sweeney, M. Faccia, M. Giovine & M. Gobbetti. 2003. Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. *International Journal of Food Microbiology* 87(3): 259-270.
- Dhivya, AB., S. Subashini, R. Chandrababu & J. Ramalingam. 2015. Establishment of MilletDB: TNAU Released Millet Varieties with their Morphological Traits. *International Journal of Computer Applications*. 111 (14) : 24-26.
- Faesal. 2013. Peningkatan Peran Penelitian Tanaman Serealia menuju Pangan Mandiri. Seminar Nasional Serealia.
- Georgala, A. 2013. The Nutritional Value of Two Fermented Milk/Cereal Foods Named 'Greek Trahanas' and 'Turkish Tarhana: A Review. Special Issue. *Nutritional Disorders & Therapy*. S11 (002): 1-4.
- Gontia-Mishra, I. & S. Tiwari. 2013. Molecular Characterization and Comparative Phylogenetic Analysis of Phytases from Fungi with Their Prospective Applications. *Food Technology and Biotechnology* 51 (3): 313-326.
- Herodian, S. 2011. Pengembangan Buru Hotong (*Setaria italica* (L.) Beauv) Sebagai Sumber Pangan Pokok Alternatif. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor. <https://core.ac.uk/download/pdf/32361799.pdf>. Diakses 31 Oktober 2016.
- Irawan, S. & H. Widada 2016. Validasi Metode Analisis Kandungan Vitamin E pada Buah Kolang Kaling (*Arenga pinnata* Merr.) dengan Metode *High Performance Liquid Chromatography*. <http://thesis.umy.ac.id/datapublik/t34878.pdf>. Diakses 7 November 2016.
- Koswara, S. 2009. Teknologi Pengolahan Kedelai (Teori dan Praktek). EbookPangan.com.
- Kusumaningrum, A., dan S. Sumardiono. 2016. Artikel Kolom. Perbaikan Sifat Tepung Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi Sawut Ubi Kayu dengan Starter Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*

- 5 (2): 31-33.
- Léder, I. 2004. *Sorghum and Millets*. Cultivated Plants, Primarily As Food Sources. Department of Technology, Central Food Research Institute, Hungary. ©Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- Lee JO, MH Park, YH Choi, YL Ha & CH Ryu. 2007. New Fermentation Technique for Complete Digestion of Soybean Protein. *Journal Microbiology and Biotechnology* 17(11): 1904–1907.
- Lee, KiBeom, Ho-Jin Kim & Sang-Kyu Park. 2014. Amino acids analysis during lactic acid fermentation by single strain cultures of lactobacilli and mixed culture starter made from them. *African Journal of Biotechnology* 13(28) : 2867-2873.
- Lestari, P., N. Richana, AA. Darwis, K. Syamsu & U. Murdiyatmo. 2011. Purifikasi dan Karakterisasi α -amilase Termotabil dari *Bacillus stearothermophilus* TII-12. *Jurnal AgroBiogen* 7(1):56-62.
- Maryanto, I., JS. Rahajoe, SS. Munawar, W. Dwiyanto, D. Asikin, SR. Ariati, Y. Sunarya & D. Susiloningsih (ed.). 2013. *Bioresources untuk Pembangunan Ekonomi Hijau*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Kementerian Perencanaan dan Pembangunan Nasional Kementerian Riset dan Teknologi. LIPI Press.
- Mathanghi, SK. & Sudha, K. 2012. Functional and phytochemical properties of finger millet (*Eleusine coracana*) for health. *International Journal of Pharmaceutical Chemical and Biological Sciences* 2(4): 431-438.
- Mbithi-Mwikya S., W. Ooghe, J. Van Camp, D. Nagundi & A. Huyghebaert. 2000. Amino Acid Profile After Sprouting, Autoclaving and Lactic Acid Fermentation of Finger Millet (*Elusine coracana*) and kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 48(8): 3081-3085.
- Mishra, S. & N. Behera. 2008. Amylase activity of a starch degrading bacteria isolated from soil receiving kitchen wastes. *African Journal of Biotechnology* 7(18): 3326-3331.
- Moreno, ML., I. Comino & C. Sousa. 2014. Alternative Grains as Potential Raw Material for Gluten Free Food Development in The Diet of Celiac and Gluten-Sensitive Patients. *Austin Journal Nutrition and Food Sciences* 2 (3): 1016.
- Nastiti, MA., Y. Hendrawan & R. Yulianingsih. 2014. Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit (Na₂S₂O₅) dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 2(2) : 2014.
- Nurmala, T. 2003. Prospek jewawut (*Pinnisetum* spp.) sebagai pangan sereal alternatif. *Jurnal Bionatura* 5 (1): 11-20.
- Onwurafor, EU., JC. Onweluzo & AM. Ezeoke. 2014. Effect of Fermentation Methods on Chemical and Microbial Properties of Mung Bean (*Vigna radiata*) Flour. *Nigerian Food Journal*. 32(1): 89–96.
- Parhamfar, M., AB. Dalfard, M. Khaleghi & M. Hassanshahian. 2015. Purification and characterization of an acidic, thermophilic phytase from a newly isolated *Geobacillus stearothermophilus* strain DM12. *Progress in Biological Sciences* 5(1): 61-73.
- Pawiroharsono, S. 2007. Potensi Pengembangan Industri dan Bioekonomi Berbasis Makanan Fermentasi Tradisional. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 5(2): 85-91.
- Perveen, S., A.Yasmina & KM. Khan. 2009. Quantitative Simultaneous Estimation of Water Soluble Vitamins, Riboflavin, Pyridoxine, Cyanocobalamin and Folic Acid in Nutraceutical Products by HPLC. *The Open Analytical Chemistry Journal* 3: 1-5.
- Raghavendra, P. & PM. Halami. Screening, selection and characterization of phytic acid degrading lactic acid bacteria from chicken intestine. *International Journal of Food Microbiology* 133: 129–134.
- Rofiq, A. & A. Subagio. 2009. Pengembangan Potensi Lokal untuk Bahan Baku Pangan dan Industri Sebagai Usaha Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional. *PANGAN* 54(XVHL) : 36-43.
- Rukmi, DL., AM. Legowo & B. Dwiloka. 2015. Total Bakteri Asam Laktat, pH dan Kadar Laktosa Yoghurt dengan Penambahan Tepung Jewawut. *Agromedia* 33(2) : 46-54.
- Sartika, RAD. 2008. Pengaruh Asam Lemak

- Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* 2(4) : 154-160.
- Soeka, YS., M. Rahmansyah & Sulistiani. 2015. Optimasi enzim α -amilase dari *Bacillus amyloliquefaciens* O₁ yang diinduksi substrat dedak padi dan karboksimetilselulosa. *Jurnal Biologi Indonesia* 11(2): 261-268.
- Suhendra, L. 2005. Studi Perubahan Protein Terlarut Selama Perkecambahan Biji Wijen (*Sesamun indicum* L.) Menggunakan Pendekatan *Respon Surface Methodology*. 11 (2), 2005. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=13641&val=935>.
- Steinkraus, KH. 2002. *Fermentations in World Food Processing*. Inaugural Issue. (1) : 23-32. Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety. Cornell University.
- Teather, RM. & PJ. Wood. 1982. Use of Congo red polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. *Applied and Environmental Microbiology* 43(4): 777-780.
- Thapliyal, V. & K. Singh. 2015. Finger Millet: Potential Millet for Food Security and power House of Nutrients. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry* 2(2): 22-33.
- Tirajoh, S., Achmanu, S. Sjoifjan & E. Widodo. 2014. Evaluation of nutritive values of Papua foxtail millet (*Setaria italica* sp) and its substitutive effect for yellow corn on broiler performances. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 4(4):195-201.
- Tirajoh, S. 2015. Pemanfaatan Jawawut (*Setaria italica*) Asal Papua sebagai Bahan Pakan Pengganti Jagung. *WARTAZOA* 25(3): 117-124.
- Upadhyaya, HD., CR. Ravishankar, Y. Narasimhudu, NDRK. Sarma, SK. Singh, SK. Varshney, VG. Reddy, S. Singh, HK. Parzies, SL. Dwivedi, HL. Nadaf, KL. Sahrawat & CLL. Gowda. 2011. Identification of Trait-Specific Germplasm and Developing a Mini Core Collection for Efficient Use of Foxtail Millet Genetic Resources in Crop Improvement. *Field Crops Research* 124: 459–467.
- Vasan PT. 2012. Chapter-1. Isolation of Cellulolytic Bacteria. *shodhganga.inflibnet. ac.in:8080/jspui/bitstream/.../11/11_chapter%201.p...by P Thirumalai Vasan*.
- Velitchka, G., SS. Pandiella, A. Angelov, ZG. Roshkova & C. Webb. 2001. Monitoring the fermentation of the traditional Bulgarian beverage boza. *International Journal of Food Science and Technology* 36(2):129–134.
- Wizna, MH. Abbas, Y. Rizal, A. Djulardi & H. Muis. 2012. The effect of supplementation of micro nutrient on nutrient rice bran which fermented by *Bacillus amyloliquefaciens*. *Pakistan Journal of Nutrition* 11: 439–443.
- Yang, X., Z. Wan, L. Perry, H. Lu, Q. Wang, C. Hao, J. Li, F. Xie, J. Yu, T. Cui, T. Wang, M. Li & QH. Ge. 2012. Early millet use in northern China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(10): 3726-3730.