

EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI PEKTIN DARI LIMBAH KULIT SEMANGKA MENGUNAKAN EKSTRAK ENZIM *Aspergillus niger*

(*Extraction and Characterization of Pectin from Watermelon Peel Using Pectin Degrading Enzyme of Aspergillus niger*)

ZONA OCTARYA DAN AFNI RAMADHANI

Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Suska Riau, hp; 085274711954,
email; souvenirnoc@yahoo.co.id

ABSTRACT

Watermelon is a horticulture plant that much like by the general people. The sweet taste and high water content of watermelon often used as a food or beverage that is refreshing. The watermelon consumption produces waste including peel of watermelon. And the peel of watermelon contains a lot of useful components including pectin. Pectin is a polysaccharide compound that consist of galacturonate acid molecules. Pectin is widely used as a functional component in the food, pharmaceutical industries, feed industry. Pectin is usually extracted by strong mineral acids. The use of mineral acids can be dangerous if the pectin is processed into food and can cause environmental problems. This study aims to utilize waste as an alternative source of watermelon peel pectin extracted enzymatically by *Aspergillus niger*. In this research, there are some of procedure namely the enzyme production of *Aspergillus niger*, pectinase enzyme extraction, hydrolysis enzymatically pectin and pectin powder manufacturing process consisting of coagulation, sedimentation, drying to obtain dry pectin. The results showed that pectin in this research namely low metoxyl pectin 6.24%, yield 15.26 %, moisture content 11.46 %, ash content 4.8 %, equivalent weight 789 mg, galacturonate content 57.72 % and degree of esterification 61.33 %.

Keywords: *Aspergillus niger*, Enzymatic, Extraction, Pectin, Watermelon peel, Pectin,

PENDAHULUAN

Pektin merupakan suatu komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer tumbuhan. Bagian-bagian tertentu, seperti buah cenderung menghasilkan lebih banyak pektin (Fitriani, 2003). Pektin terdiri dari asam galakturonat dengan rantai linear yang dihubungkan dengan ikatan α (1,4). Pektin juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan, memiliki manfaat bagi kesehatan diantaranya dapat menurunkan kolesterol, menstabilkan tekanan darah dan sumber serat makanan.

Berbagai bahan pangan seperti jeruk, apel dan kulit pisang, kulit kakao telah banyak dijadikan sumber pektin. Ketersediaan bahan pangan tersebut masih memungkinkan untuk dijadikan sumber pektin utama, tetapi konsumsi pektin dunia dari tahun ke tahun semakin meningkat (Budiyanto, 2008). Hal ini menjadi alasan bagi para saintis dan industri untuk menemukan sumber pektin yang lain.

Semangka (*Citrullus vulgaris*) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak diminati oleh masyarakat umum. Konsumsi buah semangka menghasilkan limbah berupa kulit semangka yang belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu,

untuk meningkatkan nilai tambahnya, limbah kulit semangka tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber alternatif pembuatan pektin.

Penelitian terdahulu mengenai ekstraksi pektin dari berbagai bahan pangan dilakukan dengan cara menggunakan pelarut asam kuat seperti HCl dan H₂SO₄. Penggunaan asam kuat dalam proses ekstraksi memiliki kekurangan diantaranya *pertama* dapat membahayakan jika pektin diaplikasikan ke produk makanan dan obat-obatan dan *kedua* Jika diterapkan untuk skala industri, limbah yang dihasilkan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

Untuk memperbaiki metode ekstraksi pektin dari bahan pangan. Peneliti di bidang bioteknologi mencoba mengembangkan sebuah metode teknologi enzim untuk ekstraksi pektin. Penelitian yang dilakukan oleh N.M Ptichkina pada tahun 2008 yaitu ekstraksi pektin dari labu dengan bantuan enzim mikroba. Enzim yang digunakan untuk ekstraksi pektin berasal dari mikroorganisme seperti jamur *Aspergillus niger*. Enzim-enzim yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* diantaranya adalah lipase, selulase, amilase dan pektinase.

Penggunaan enzim mikroba lebih efektif dan lebih ramah lingkungan. Hasil pektin yang didapat dari penelitian di atas yaitu

14% lebih efektif dibandingkan pektin yang diekstraksi secara kimia konvensional sebesar 7%. *Aspergillus niger* dapat menghasilkan enzim ekstraseluler untuk menghidrolisis pektin di lingkungan (Herbstreith, 2005).

BAHAN DAN METODE

Bahan Dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit semangka, *Potato Dextrose Agar* (PDA), *peptone water*, air suling, etanol, natrium klorida, indikator fenol merah, urea, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaOH 0,1 N dan 0,25 N, HCl 0,1 N dan 0,25 N, larutan tween 80 0.1 %.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah blender, talenan, inkubator, autoklaf, *laminar air flow*, oven, tanur, pengaduk vorteks, cawan petri, sentrifus, tabung sentrifus, cawan porselin, jarum ose, neraca analitik, desikator, kulkas, serangkaian alat titrasi, kertas saring, bunsen.

Jamur yang akan digunakan adalah *Aspergillus niger* yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau.

Persiapan sampel

Bahan baku yang digunakan adalah kulit semangka yang matang dan segar. Kulit semangka dibersihkan dengan air dan ditiriskan. Kemudian dipotong 1 cm dan dikeringkan selama 10 jam pada suhu 65°C. Setelah itu, kulit semangka yang telah kering diblender hingga menjadi halus.

Pembuatan larutan nutrisi

Dilartukan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (3 g/L), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (10 g/L), KH_2PO_4 (3 g/L), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,5 g/L), $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,5 g/L) dengan aquades. Diukur pH awal dan diatur hingga pH 5.

Peremajaan jamur *Aspergillus niger*

Media *Potato Dextrose Agar* yang telah dipersiapkan, dituangkan ke dalam cawan petri dan dibiarkan hingga dingin dan memadat. Jamur pada *stock culture* diremajakan dengan menggoreskan jarum ose secara zig-zag ke dalam media yang telah disiapkan. Media inokulasi diinkubasi selama 72 jam. Media yang ditumbuhi jamur, dipotong 1 x 1 cm, dan dimasukkan ke dalam tabung berisi larutan 200 ml *peptone water* yang disiapkan sesuai prosedur kemasan. Tabung divorteks agar jamur tersuspensi ke dalam larutan, diinkubasi selama 48-96 jam dan jamur siap digunakan.

Produksi enzim dari *Aspergillus niger*

Sebanyak 5 gram serbuk kulit semangka dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 25 ml larutan nutrisi

dan ditutup dengan aluminium foil. Campuran media tersebut disterilisasi pada suhu 121°C selama 20 menit kemudian didinginkan. Biakan jamur *Aspergillus niger* diinokulasi pada media dan diinkubasi selama 4 hari.

Ekstraksi enzim

100 mL larutan 0,1% tween 80 dituangkan ke dalam larutan enzim dan diaduk pada 150 rpm selama 120 menit pada suhu ruang. Larutan kemudian disentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh digunakan sebagai ekstrak enzim kasar. Ekstrak enzim kasar yang didapat disimpan pada suhu 4°C.

Hidrolisis pektin secara enzimatik

Enzim pektinase dari *Aspergillus niger* dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang telah berisi 5 gram kulit semangka kering dan ditambahkan aquades hingga volumenya 150 ml, kemudian diaduk dengan kecepatan 160 rpm dan diukur pH dengan penambahan 0,1 M HCl atau 0,1 M NaOH hingga diperoleh pH 5. Kemudian dipanaskan pada suhu 45°C selama 4 jam. Setelah dihidrolisis selama 4 jam, campuran disaring untuk memisahkan filtratnya. Filtrat ini disebut dengan filtrat pektin.

Pembuatan tepung pektin

a. Pengentalan

Filtrat pektin dipanaskan pada suhu 95°C sambil diaduk secara intensif sampai volumenya menjadi setengah volume semula. Hasil yang diperoleh disebut dengan filtrat pekat. Filtrat pekat ini kemudian didinginkan.

b. Pengendapan pektin

Filtrat pekat ditambahkan dengan alkohol asam dan diaduk sampai rata. Alkohol asam dibuat dengan mencampurkan 1 larutan etanol 95% dengan 2 ml HCl pekat per satu liter etanol. Setiap satu liter filtrat pekat ditambahkan dengan 1,5 liter alkohol asam. Setelah itu, filtrat didiamkan selama 14 jam (semalam). Endapan pektin dipisahkan dari filtrate dengan kain saring rapat. Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin masam.

c. Pencucian pektin masam

Pektin masam ditambah dengan alkohol 95%, kemudian diaduk-aduk. Setiap satu liter pektin masam ditambah dengan 1,5 liter alkohol 95%. Setelah itu dilakukan penyaringan dengan kain saring rangkap empat. Hal ini dilakukan beberapa kali sampai pektin tidak bereaksi lagi. Hasil yang diperoleh disebut pektin basah. Pektin yang tidak bereaksi asam ialah pektin yang tidak berwarna merah bila ditambah dengan indikator pH fenolptalein.

d. Pengerinan

Pektin basah dijemur sampai kering, atau dikeringkan dengan oven pada suhu 40-50°C selama 6-10 jam. Hasil yang diperoleh disebut pektin kering. Pektin kering di haluskan dengan blender. Hasilnya disebut dengan tepung pektin. Ditimbang tepung pektin yang dihasilkan.

Karakterisasi pektin

a. Kadar air

Kadar air ditentukan dengan cara yaitu sebanyak satu gram pektin dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang tetap.

b. Kadar abu

Cawan porselin dikeringkan di dalam tanur pada suhu 600°C kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sebagai wadah. Satu gram pektin ditimbang di dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Pengabuan dilakukan dalam tanur pada suhu 600°C selama 3 – 4 jam. Abu yang telah diperoleh didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh bobot konstan.

c. Berat ekuivalen

Pektin sebanyak 0.5 gram dibasahi dengan 5 ml etanol dan dilarutkan dalam 100 ml aquades berisi satu gram NaCl. Larutan hasil campuran tersebut dititrasi perlahan-lahan dengan 0.1 N NaOH memakai indikator fenol merah sampai terjadi perubahan menjadi merah kekuningan yang bertahan sedikitnya 30 detik.

d. Kandungan metoksil

Larutan dari penentuan BE ditambah 25 ml larutan 0.25 N NaOH, dikocok dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam keadaan tertutup. Selanjutnya ditambahkan 25 ml larutan 0.25 N HCl dan dititrasi dengan larutan 0.1 N NaOH dengan indikator fenol merah sampai titik akhir seperti pada penentuan BE.

e. Kadar galakturonat

Kadar galakturonat dihitung dari pek (miliekivalen) NaOH yang diperoleh dari penentuan BE dan kandungan metoksil.

f. Derajat esterifikasi

Derajat esterifikasi dihitung dari kadar metoksil dan kadar galakturonat yang telah diperoleh.

terbaik untuk proses ekstraksi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit semangka. Kulit semangka dibersihkan dengan air mengalir kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 65°C selama 10 jam. Pada penelitian Vina Fitriani pada tahun 2003 pengeringan bahan baku memberikan pengaruh terhadap rendemen pektin.

Pektin yang dihasilkan menggunakan metode pengeringan memiliki rendemen yang lebih besar dibandingkan dengan bahan yang tidak dikeringkan terlebih dahulu (Novia, 2013). Pengeringan bahan baku akan memperluas permukaan lebih optimal ketika ekstraksi dan difusi larutan ke bahan dibandingkan dalam keadaan segar. Hal ini disebabkan karena tingginya kadar air

bahan akan menutupi permukaan sehingga mempersulit difusi larutan enzim untuk mengekstrak pektin dari bahan.

Pengeringan bahan dilakukan dengan menggunakan oven ataupun panas matahari. Pengeringan bahan dengan panas matahari memberikan rendemen yang lebih rendah daripada dengan oven. Penurunan rendemen semakin besar pada pengeringan dengan menggunakan matahari. Hal ini disebabkan karena suhu panas matahari yang cenderung tidak stabil akan mempercepat terjadinya degradasi pektin menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selain itu, lamanya proses pengeringan juga memberikan kesempatan terjadinya oksidasi sehingga degradasi pektin menjadi lebih besar.

Produksi enzim menggunakan mikroorganisme meliputi tahap-tahap yang perlu diperhatikan yaitu pemilihan mikroorganisme dan pengaturan kondisi proses. Mikroorganisme yang dipilih dalam penelitian ini adalah *Aspergillus niger*. Hal ini dikarenakan *Aspergillus niger* merupakan jenis mikroba yang memiliki keunggulan, yaitu menghasilkan enzim ekstraseluler dengan aktivitas tinggi serta mudah dalam pemeliharannya (Kurnia, 2010).

Produksi enzim pektinase dilakukan dengan menumbuhkan mikroba yaitu *Aspergillus niger* dalam media produksi enzim yang mengandung substrat. Pertama-tama jamur diremajakan terlebih dahulu, supaya bakteri yang akan digunakan untuk memproduksi enzim memiliki kemampuan terbaik (Martha, 2012). Proses inokulasi jamur harus dilakukan secara aseptik supaya tidak ada kontaminasi dari udara. Pada penelitian ini, proses inokulasi jamur dilakukan di dalam *Laminar Air Flow*.

Produksi enzim pektinase merupakan tahap dimana enzim dihasilkan dari proses

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pendahuluan pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh bahan baku yang

fermentasi kulit semangka akibat dari metabolisme *Aspergillus niger* (Selfiza, 2013). Proses fermentasi meliputi pemberian larutan nutrisi, sterilisasi media fermentasi dan penanaman mikroba.

Enzim pektinase diekstraksi menggunakan 100 mL larutan tween 80 0,1% yang berperan sebagai surfaktan non ionik. Tween 80 adalah ester asam lemak polioksietilen sorbitan, dengan nama kimia polioksietilen 20 sorbitan monooleat. Berdasarkan table 1 dapat disimpulkan bahwa pektin hasil penelitian sesuai dengan Standar Mutu *International Pectin Producers Association*.

Rendemen pektin yang dihasilkan berupa serbuk halus berwarna coklat kehijauan. Sedangkan pektin komersial pada umumnya berupa serbuk halus berwarna putih, kekuningan, kelabu atau kecoklatan. Warna coklat kehijau-hijauan dari pektin yang didapat berasal dari warna kulit semangka (Satria, 2010). Dan ketika proses hidrolisis pektin, warna hijau kulit semangka pun ikut berikatan dengan pektin. Sehingga pektin yang dihasilkan pun berwarna coklat kehijau-hijauan. Gambar rendemen pektin penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rendemen Pektin Hasil Penelitian

Kadar air pektin yang dihasilkan sebesar 11,46 %. Batas maksimum nilai kadar air yang diizinkan yaitu 12 %, sehingga kadar air pektin yang dihasilkan masih memenuhi standar mutu pektin international (Cui,S.W, 2005). Sedangkan kadar air pektin kulit semangka yang diekstraksi menggunakan EDTA yaitu sebesar 12,91 % (Anugrahati, 2001). Hal ini menunjukkan kadar air pektin yang diekstraksi secara enzimatik lebih rendah dibandingkan pektin yang diekstraksi secara kimia.

Kadar abu tepung pektin yang diperoleh dari hasil penelitian sebanyak 1 gram tepung pektin yang diabukan didalam tanur pada suhu 600°C selama 4 jam pada 3 kali pengulangan yaitu sebesar 4,8%. Standar

Mutu *Internasional Pectin Association* menentukan bahwa kadar abu total dari suatu pektin maksimum 10 %. Hal ini menunjukkan bahwa kadar abu pektin hasil penelitian masih berada dibawah nilai maksimum. Berbeda dengan penelitian Nuri Arum Anugrahati pada tahun 2001 yang mengekstraksi pektin dari kulit semangka dengan menggunakan pelarut EDTA, kadar abu pektin yang dihasilkan yaitu sebesar 5,42 %.

Karakteristik pektin terbaik yang dihasilkan dibandingkan Standar Mutu Pektin. Hasil karakteristik pektin yang didapat kemudian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Pektin Hasil Penelitian dengan Standar Mutu *International Pectin Producers Association*

Parameter	Pektin Hasil Penelitian	Standar Mutu Pektin
Rendemen	15,26 %	-
Kadar Air (%)	11,46%	Maks 12 %
Kadar Abu (%)	4,8 %	Maks 10 %
Berat Ekuivalen	789,77 mg	600-800 mg
Kadar Metoksil (%)	6,24 %	2,5 - 7,12 %
Kadar Galakturonat (%)	57,72 %	Min 35%
Derajat Esterifikasi	61,33 %	Min 50 %

Dari hasil penelitian berat ekuivalen yang didapatkan pada ekstraksi yaitu sebesar 789,77 mg. Hasil penelitian menunjukkan pektin yang dihasilkan memiliki berat ekuivalen yang masih berada pada kisaran standar mutu *Internasional Pectin Association* yaitu 600-800 mg.

Dari hasil penelitian didapatkan kadar metoksil sebesar 6,24%. Hasil ini menunjukkan bahwa pektin yang kita dapatkan dari ekstraksi secara enzimatik yaitu pektin yang bermetoksil rendah. Hal ini berarti hasil yang didapatkan masih berada dibawah nilai maksimum yaitu 7% yang diperbolehkan. Sedangkan pektin dari proses ekstraksi kimia memiliki kadar metoksil 6,53 %, sehingga dapat digolongkan pektin bermetoksil rendah. Pektin bermetoksil rendah lebih menguntungkan karena dapat langsung diproduksi tanpa melalui proses demetilasi seperti pektin bermetoksil rendah yang diproduksi dari pektin bermetoksil tinggi (Haryati, 2006).

Kadar asam galakturonat pektin hasil ekstraksi yaitu sebesar 57,72 %. Hal ini berarti hasil yang didapatkan masih berada diatas nilai minimum kadar galakturonat yaitu 35% yang diperbolehkan. Jika dibandingkan dengan pektin dari kulit semangka yang diekstraksi secara kimia yang memiliki kadar galakturonat sebesar 40,91 %, maka pektin kulit semangka dengan ekstraksi enzimatik lebih tinggi yaitu sebesar 57,72%.

Salah satu yang menentukan mutu pektin adalah kadar galakturonat. Semakin tinggi nilai kadar galakturonat, maka mutu pektin semakin tinggi (Martens, 2009).

Derajat esterifikasi yang didapatkan dari pektin hasil penelitian yaitu sebesar 61,33 %. Menurut Standar Mutu Pektin Internasional, derajat esterifikasi pektin ester tinggi minimal yang diizinkan ialah sebesar 50%. Sedangkan derajat esterifikasi pektin ekstraksi secara kimia yaitu sebesar 88,1 %, dimana lebih tinggi dibandingkan pektin dengan ekstraksi enzimatis. Menurut Ptichkina (2008) dalam penelitiannya, biasanya pektin dengan DE > 60% digunakan dalam industri makanan.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Limbah kulit semangka dapat dimanfaatkan sebagai sumber alternatif pembuatan pektin.
2. Rendemen pektin yang dihasilkan dari ekstraksi secara enzimatis dengan *Aspergillus niger* yaitu sebesar 15,26 %.
3. Pektin yang dihasilkan dalam penelitian sesuai dengan standar mutu *International Pectin Producers Association*.
4. Pektin yang dihasilkan memiliki kadar air 11,46%, kadar abu 4,8%, berat ekivalen 789 mg, kadar metoksil 6,24%, kadar galakturonat 57,72%, dan derajat esterifikasi 61,33%.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina dan Martha. 2012. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Anugrahati, N. A. 2001. *Karakteristik Edible Film Komposit Pektin Albedo Semangka (Citrullus vulgaris) dan Tapioka*. Tesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Budiyanto, A dan Yulianingsih. 2006. *Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (Citrus nobilis L)*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Cui, S.W. 2005. *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications*. CRC Press, USA.
- Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. PT. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Fitriani, V. 2003. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (Citrus medica var Lemon)*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Haryati, Nur Mauliyah. 2006. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (Citrus Nobilis Var Microcarpa)*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Herbstreith, Fox. 2005. *The Specialist for Pectin*. Confectionery Production. Novenburg.
- Keraf, Gorys. 1997. *Komposisi*. Nusa Indah. Jakarta.
- Kurnia, D. R. 2010. *Studi Aktivitas Enzim Lipase dari Aspergillus niger sebagai Katalis dalam Proses Gliserolisis dalam Menghasilkan Monoasilgliserol*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ptichkina, N.M. 2008. *Pectin Extraction from Pumpkin with The Aid of Microbial Enzymes*. Saratov State Agrarian Vavilov University. Rusia.
- Poedjadi, A dan Supriyanti, T. F. M. 2005. *Dasar-Dasar Biokimia*. UI Press Jakarta.
- Satria, B dan A. Yusuf. 2010. *Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin Dengan Metode Ekstraksi*. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Seymour, G. B. and P. Knox. 2000. *Pectin and their manipulation*. Blackwell Publishing. United Kingdom.

JURNAL AGROTEKNOLOGI

Journal of Agrotechnology

RESPON PADI GOGO (<i>Oryza sativa</i> L.) TERHADAP PEMBERIAN SILIKAT DAN PUPUK FOSFAT PADA TANAH ULTISOL (<i>Response of Upland Rice (Oryza sativa L.) on the Application of Silicate and Phosphate Fertilizer on Ultisol</i>) Zulputra, Wawan, Nelvia	1-10
PENDUGAAN HERITABILITAS DARI 15 GENOTIPE PEPAYA (<i>Carica papaya</i> L.) PADA DUA PERIODE MUSIM PANEN (<i>Heritability Estimation of 15 Genotypes of Papaya in two harvest periods</i>) Tri Budiyantri dan Sunyoto	11-14
SISTEM INTEGRASI PADI TERNAK UNTUK MEWUJUDKAN KEDAULATAN PANGAN (<i>Crop Livestock Systems Integration to Achieve Food Sovereignty</i>) Dini Yuliani	15-26
EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI PEKTIN DARI LIMBAH KULIT SEMANGKA MENGGUNAKAN EKSTRAK ENZIM <i>Aspergillus niger</i> (<i>Extraction and Characterization of Pectin from Watermelon Peel Using Pectin Degrading Enzyme of Aspergillus niger</i>) Zona Octarya dan Afni Ramadhani	27-32
PENGINDERAAN JAUH UNTUK ZONASI KERENTANAN RAWAN PANGAN BERDASARKAN KONDISI BIOFISIK LAHAN DI KABUPATEN PURWOREJO Prima Widayani	33-38
EVALUASI HIBRIDA DAN KEMAMPUAN DAYA GABUNG BEBERAPA GALUR INBRED JAGUNG DI LAHAN MASAM (<i>Hybrid Evaluation and combining ability of several maize inbred strains in acid soil</i>) P.K. Dewi Hayati, T. Prasetyo, dan A. Syarif	39-43